സമുദ്രശാസ്ത്രവും
മനുഷ്യജീവിതവും

സാമാന്യശാസ്ത്രം

സമുദ്രശാസ്ത്രവും മനുഷ്യജീവിതവും

ഡോ. എ.എൻ.പി. ഉമ്മർകുട്ടി



നാഷണൽ ബുക്ക് ട്രസ്റ്റ്, ഇന്ത്യ

മുഖചിത്രം : ആധുനിക അന്തർസമുദ്ര സാങ്കേതിക വിദ്യകൾ ആഴക്കടലിനെക്കുറിച്ചും അവിടെയുള്ള ജീവികളെക്കുറിച്ചുമുള്ള നമ്മുടെ അറിവ് വളരെ വർദ്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.

ഫോട്ടോകൾ : കടപ്പാട്, നാഷണൽ ഇൻസ്റ്ററിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് ഓഷ്യനോഗ്രാഫി, ഗോവ

ISBN 81-237-1661-3

1997 (*ശക 1919*)

Science of the Oceans and Human Life *(Malayalam)*

രൂ. 53.00

പ്രസാധനം : ഡയറക്ടർ, നാഷണൽ ബുക്ക് ട്രസ്റ്റ്, ഇന്ത്യ

എ-5 ഗ്രീൻപാർക്ക്, ന്യൂ ദൽഹി-110016

എന്റെ പ്രിയപ്പെട്ട അമ്മ

എ.എൻ. പി. സെയ്നബയുടെ

ഓർമ്മയ്ക്ക്.

ഉള്ളടക്കം

1

സമുദ്രശാസ്ത്രം - പ്രാരംഭം

സമുദ്രങ്ങളുടെയും കടലുകളുടെയും പഠനത്തിനു സമുദ്ര ശാസ്ത്രം അഥവാ സമുദ്രവിജ്ഞാനീയം എന്നു പേരു നൽക പ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഒരു സംഘടിതശാസ്ത്രമെന്ന നിലയിൽ സമുദ്ര ശാസ്ത്രം താരതമ്യേന പുതുതാണ്. എന്നാൽ, അനാദികാലം മുതൽ കടലുകൾ മനുഷ്യനു സുപരിചിതമായിരുന്നു. വായു വെപ്പോലെ വെള്ളം മനുഷ്യൻെറ നിലനില്പിന് അനിവാര്യ മാകുന്നു. വാസ്തവത്തിൽ, മനുഷ്യൻെറ ഏറ്റവും ആദിമമായ ആവാസകേന്ദ്രങ്ങൾ നദീതീരങ്ങളിലായിരുന്നു. ടൈഗ്രിസ്, യൂഫ്രട്ടീസ്, നൈൽ, സിന്ധു എന്നീ നദികൾ ആദ്യകാലത്തെ മാനവനാഗരികതകളുടെ ദൃക്സാക്ഷികൾ ആയിരുന്നു. എന്നാൽ, ഏറെത്താമസിയാതെ സമുദ്രങ്ങളുടെ അപാരത നദീ തടവാസികൾ കണ്ടെത്തി. കരയിലെ സകല ആറുകളും നദി കളും അന്തിമമായി ചെന്നെത്തിയത് അവയുടെ സ്വാഭാവികഭാ ഗധേയമായ കടലുകളിലായിരുന്നു എന്നതുതന്നെ കാരണം. കടൽത്തീരങ്ങളിലും മനുഷ്യവാസങ്ങൾ സ്ഥാപിക്കപ്പെടു വാൻ ഇതു കാരണമായി, പ്രത്യേകിച്ച് ഉഷ്ണ-ഉപോഷ്ണമേഖ ലകളിൽ. ദക്ഷിണേന്ത്യൻ തീരദേശങ്ങളിൽ സഹസ്രാബ്ദങ്ങൾ ക്കുമുമ്പു തന്നെ മനുഷ്യവാസം ആരംഭിച്ചിരുന്നു. സമാധാനപ രവും നാഗരീകൃതവുമായ ആവാസകേന്ദ്രങ്ങൾ പടിഞ്ഞാറും കിഴക്കും തീരങ്ങളിൽ അവർ സ്ഥാപിക്കുകയും, സമീപരാജ്യ ങ്ങളുമായി വ്യാപകമായ കച്ചവടം നടത്തുകയും ചെയ്തു. വിക സ്വരമായ ഈ സാമുദ്രികധീരസംരംഭങ്ങളുടെ തെളിവുകൾ പുരാതന തമിഴ്സാഹിത്യത്തിലും ദക്ഷിണേന്ത്യൻ സ്മാരകങ്ങ ളിലും കാണാം.

കടലും കടലിൻെറ രീതികളും തീരദേശങ്ങളിൽ പാർക്കുന്നവർക്കു സുപരിചിതമാണ്. എന്നാൽ, കടലുകളുടെ വലുപ്പത്തെയോ പ്രാധാന്യത്തെയോ കുറിച്ച് ഉൾനാടുകളിൽ ജീവിക്കുന്നവർക്ക് ഏറെയൊന്നും അറിഞ്ഞുകൂടാ. ഭൂതലത്തിൻെറ ഏതാണ്ട് നാലിൽ മൂന്നുഭാഗം സമുദ്രാവൃതമാണെന്നും സർവ കരഭാഗങ്ങളും കൂട്ടിച്ചേർത്താൽ ഭൂതലത്തിൻെറ നാലിൽ ഒരു ഭാഗം മാത്രമേ വരികയുള്ളുവെന്നും അറിയുന്നതു കൗതുകകരമാണ്. വളരെയകലെനിന്ന് നമ്മുടെ ഭൂമിയെ വീക്ഷിച്ച ബഹിരാകാശസഞ്ചാരികൾ ഈ വസ്തുത ശരിവയ്ക്കുകയും മൗലികമായി ഭൂമി, ഒരു ജലാവൃതഗോളമാണെന്നു വിവരിക്കുകയും ചെയ്തിട്ടുണ്ട്. മലകളുടെ ഉത്തുംഗതയായിരുന്നില്ല, മറിച്ച് സമുദ്രങ്ങളുടെ വിപുലനീലിമയും തിളക്കവുമായിരുന്നു ബഹിരാകാശസഞ്ചാരികളുടെ ദൃഷ്ടികളെയാകർഷിച്ചത്. സമീപകാലത്ത് ഭൂഗോളത്തിലെ ജലാംശത്തിൻെറ പ്രാധാന്യം അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. കടലിനെയും അതിലെ വിഭവങ്ങളെയും കുറിച്ചു പഠനങ്ങൾ ഗണ്യമായി വർധിച്ചു എന്നതാണ് ഫലം. ഇന്ത്യയിലും ബുദ്ധിജീവികളുടെയും സാധാരണക്കാരുടെയും ശ്രദ്ധയാകർഷിക്കുവാൻ കടലിന്നു കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. നമ്മുടെ രാജ്യത്തിനുചുറ്റുമുള്ള ജലത്തിൻെറ വമ്പിച്ച സാധ്യതകളെ കണ്ണുതുറന്നുനോക്കുവാനും രാഷ്ട്രത്തിൻെറ സുസ്ഥിതിക്കും സമ്പത്സമൃദ്ധിക്കുമായി അവയെ ചൂഷണം ചെയ്യുവാനും സമയം ആഗതമായിരിക്കുന്നു.

സമുദ്രശാസ്ത്രം ഒരൊറ്റ അടിസ്ഥാനശാസ്ത്രമല്ല, മറിച്ച്, നിരവധി ശാസ്ത്രങ്ങളുടെ ഒരു സംയോഗമാണ്. ഭൂതലത്തിലെ സമുദ്രങ്ങളുടെയും കടലുകളുടെയും സർവാശ്ലേഷ പരിസ്ഥിതിശാസ്ത്രമായി സമുദ്രശാസ്ത്രത്തെ വിവരിക്കാം. ഭൗതികശാസ്ത്രങ്ങളുടെയും പ്രകൃതിശാസ്ത്രങ്ങളുടെയും മനുഷ്യമനശ്ശാസ്ത്രം, ശരീരശാസ്ത്രം, സൈനികശാസ്ത്രം തുടങ്ങിയവയുൾപ്പെടെയുള്ള മാനവികശാസ്ത്രങ്ങളുടെയും അനേകം ശാഖകൾ അതിൽപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഏതുമൗലികശാസ്ത്രത്തിൻെറയും തത്വങ്ങളും പ്രയോഗങ്ങളും ആവശ്യമനുസരിച്ച് സമുദ്രശാസ്ത്രത്തിൽ പ്രയോജനപ്പെടുത്താം. ഭൂതലത്തിൻെറ നാലിൽമൂന്നു ഭാഗത്തെക്കുറിച്ചു

വെളിച്ചം വീശുന്ന ഒരു വിജ്ഞാനസംഹിതയായി ഇവയെല്ലാം സമേകീകൃതമായിരിക്കുന്നു. സമുദ്രശാസ്ത്ര പ്രവർത്തനങ്ങൾ കരയിൽനിന്നു വളരെയകലെ നിർവഹിക്കപ്പെടുന്നതിനാൽ സമുദ്രശാസ്ത്രം വളരെ ചെലവേറിയതുകൂടിയാണ്. ബഹിരാകാശ പഠനങ്ങളുടെ പലവശങ്ങളും, ബഹിരാകാശത്തുവെച്ചു തന്നെ നടത്തപ്പെടുന്നതുപോലെ, യഥാർഥസമുദ്രശാസ്ത്ര പഠനങ്ങൾ നടത്തപ്പെടേണ്ടതു കടലുകളിലാണ് – ജലത്തട്ടുകളിലും ജലത്തറയിലും. വിശകലനങ്ങളും താത്വികവിചിന്തനങ്ങളും കരയിലെ ഗവേഷണാലയങ്ങളിൽ നടത്താമെന്നതു ശരിയാണ്. എന്നാൽ, സ്വജീവൻപോലും അപായപ്പെടുത്തി പ്രക്ഷുബ്ധമായ അജ്ഞാതജലങ്ങളിൽ ഇറങ്ങിച്ചെല്ലുവാൻ ധൈര്യപ്പെട്ട വ്യക്തികളാണ് സമുദ്രശാസ്ത്രത്തിന്റെ മാർമ്മികവശങ്ങൾക്കു രൂപം നല്കിയത്. പൗരാണികമനുഷ്യർ സ്വന്തം കടൽയാത്രകൾ ആസൂത്രിതമായി നടത്തിയതായിരുന്നോ, അതോ തുറന്ന കടലുകളിൽ ആകസ്മികമായി അവർ എത്തിച്ചേർന്നതായിരുന്നോ എന്ന് നമുക്കറിഞ്ഞുകൂടാ. രണ്ടായാലും കരയിൽ തിരിച്ചെത്തുവാൻ ഭാഗ്യം ലഭിച്ചവർ തങ്ങളുടെ കദനകഥകൾ വിളമ്പി. കൂടുതൽ സോദ്ദേശകപ്രവർത്തനങ്ങൾ ഏറ്റെടുക്കുവാൻ മറ്റുള്ളവരെ പ്രേരിപ്പിച്ചത് ഈ അനുഭവകഥകൾ ആയിരുന്നു.

മാനവജീവിതത്തിൽ ചൈതന്യവത്തായ പങ്കാണു കടലുകൾക്കുള്ളത്. നമ്മുടെ സാധാരണ വ്യവഹാരങ്ങൾക്കപ്പുറത്ത് അവയുടെ സ്വാധീനം ഏറെ വ്യാപകമാണ്, മനുഷ്യജീവിതത്തിന്റെ സർവവശങ്ങളെയും സമുദ്രങ്ങൾ സ്വാധീനിക്കുന്നു എന്നതാണു പരമാർഥം. ഭൂമിയുടെ കാലാവസ്ഥയാകെ നിയന്ത്രിക്കുന്നതു സമുദ്രങ്ങളാണ്. നമുക്കു ലഭിക്കുന്ന മഴയുടെയും ഭൂതലത്തിൽ വീശുന്ന കാറ്റുകളുടെയും ഉറവിടം കരഭാഗങ്ങളെ വലയം ചെയ്യുന്ന കടലുകളാണ്. നമ്മുടെ നിത്യജീവിതത്തിലാവശ്യമായ അനേകം സുപ്രധാനയിനങ്ങൾ ലഭിക്കുന്നത് കടലുകളിൽനിന്നാണ്. മത്സ്യങ്ങൾ മാത്രമല്ല, മറ്റുപലതും ഇതിൽപ്പെടുന്നു. സമീപകാലത്തായി, എണ്ണ, പ്രകൃതിവാതകം, കല്ക്കരി, പലതരം ലവണങ്ങൾ എന്നിവയുടെ ഖനന

ത്തിന് കടൽത്തറ കേന്ദ്രബിന്ദുവായിത്തീർന്നിട്ടുണ്ട്. രാജ്യങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ചരക്കുകൈമാറ്റങ്ങളുടെ മുഖ്യബഹിർഗമന മാർഗം പ്രദാനം ചെയ്യുന്നതു കടലുകളാണ്. വിമാനഗതാഗതം വളരെവേഗം വികസിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും ആഹാരസാധനങ്ങൾ, ഉത്പാദിത വസ്തുക്കൾ, അസംസ്കൃത പദാർഥങ്ങൾ എന്നിവയുടെ കടത്തിൽ കപ്പലുകൾ വഹിക്കുന്ന പങ്ക് നിസ്സീമമാണ്. കടത്ത്, ആശയവിനിമയം എന്നീ മേഖലകളിൽ കടലുകൾ നല്കുന്ന സൗകര്യങ്ങൾ അത്യന്തം സമഗ്രവും കാര്യക്ഷമവുമാകയാൽ കരയിലെയോ വായുവിലെയോ സമാനവികാസങ്ങൾ അവയെ ഒരിക്കലും പ്രതിസ്ഥാപിക്കുകയില്ല. പുതിയ കരകൾ കണ്ടെത്തുന്നതിൽ കടലുകളുടെ പങ്കു സുവിദിതമാണല്ലോ. വാസ്തവത്തിൽ, പുതിയ അനേകം കരഭാഗങ്ങൾ കണ്ടെത്തുന്നതിനും ഒരു പുത്തൻ ആഗോളനാഗരികതയുടെ ജനനത്തിനും വഴി തെളിയിച്ചത് കടൽഗതാഗതമാർഗങ്ങളുടെ അനാവരണമായിരുന്നു. രാജ്യരക്ഷാരംഗത്ത് കടലുകൾ പ്രാധാന്യം ആർജിച്ചിട്ടുണ്ട്. രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധകാലത്ത് അച്ചുതണ്ടുശക്തികൾക്കു ഗണ്യമായ വായുസേനാബലം ഉണ്ടായിരുന്നെങ്കിലും, സഖ്യശക്തികളുടെ വിജയത്തിന് അന്തിമമായി വഴിയൊരുക്കിയത് അവരുടെ നാവികശക്തിയായിരുന്നു. കടൽത്തീരരാജ്യങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള തർക്ക പരിഹാരത്തിൽ ആക്രമണപ്രവണതകളെ ഫലപ്രദവും അഭംഗുരവുമായി തടയുന്നത് ഇന്നും നാവികശക്തിയാണ്.

ലക്ഷോപലക്ഷം സാധാരണ മനുഷ്യർക്ക് കടൽ ആനന്ദനിർവൃതിയുടെയും ഉല്ലാസത്തിന്റെയും ഉറവിടമാണ്. കടൽത്തീര വിശ്രമകേന്ദ്രങ്ങളിൽ ഒരാഴ്ചയോ ഒരു മാസമോ ചെലവഴിക്കുന്നതിനുവേണ്ടി പ്രയാസങ്ങൾ അനുഭവിക്കുവാനും, ആയിരമായിരം കിലോമീറ്റർ ദൂരം സഞ്ചരിക്കുവാനും ആളുകൾ തയാറാവുന്നു. കലാകാരൻമാർക്കും കവികൾക്കും മാത്രമല്ല, വെറും സാധാരണക്കാർക്കും കടൽത്തീരങ്ങൾ അഭയകേന്ദ്രങ്ങളാണ്. ഉത്തുംഗമായ പർവതങ്ങളെപ്പോലെ, സാഹസികരായ സ്ത്രീപുരുഷന്മാരെ സമുദ്രങ്ങൾ സദാ മാടിവിളിച്ചിട്ടുണ്ട്. എന്നാൽ, മലകളെപ്പൂകുക ചെലവേറിയകാര്യമാണ്.

മറിച്ചു ചെലവു കുറഞ്ഞതും എളുപ്പത്തിൽ കടന്നു ചെല്ലാവുന്നതുമായ വിനോദവിശ്രമസ്രോതസ്സുകളായി കടൽത്തീരങ്ങൾ നിലകൊള്ളുന്നു. നമ്മുടെ രാജ്യത്തിനു ചുറ്റുമുള്ള അതിവിശാലസമുദ്രങ്ങളെക്കുറിച്ച് ചിലതൊക്കെ മനസ്സിലാക്കാൻ നമുക്കു ശ്രമിക്കാം. നമ്മുടെ പ്രിയമാതൃരാജ്യത്തിലെ 80 കോടി ജനങ്ങളുടെ ക്ഷേമൈശ്വര്യങ്ങൾക്കായി സമുദ്രങ്ങൾ കാഴ്ചവെക്കുന്ന അപാരസാധ്യതകളിലേക്കും വാഗ്ദാനങ്ങളിലേക്കും കുറെക്കൂടി ശ്രദ്ധ ചെലുത്താം.

2

കടലുകളിലെ ദിഗ്വിജയം

സാധനങ്ങൾ കടത്തുന്നതിനും സ്വന്തം സഞ്ചാരത്തിനുമായി വിവിധതരം ജന്തുക്കളെ പ്രാകൃതമനുഷ്യർ ഉപയോഗിച്ചു. തടി, ഊതിവീർപ്പിച്ച മൃഗത്തൊലി എന്നിവ നദികളും തടാകങ്ങളും മുറിച്ചു കടക്കുന്നതിന് അവർ വിനിയോഗിച്ചു. സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരുന്ന മരത്തടികൾ നദീതുറകളിലേക്കും അവിടെ നിന്നു കടലിലേക്കും ഒഴുക്കിൽ തള്ളപ്പെട്ടപ്പോൾ ആകസ്മികമായി ആദിമമനുഷ്യർ കടലിലെത്തി. പരിചിതമായ നദീതടങ്ങളിൽനിന്ന് അജ്ഞാതവും അപാരവുമായ ജലപ്പരപ്പിൽ തള്ളപ്പെട്ടത് പ്രാകൃതമനുഷ്യനു ഭയാനകമായ അനുഭവമായിരുന്നു. എന്നാൽ, അപാരമായ സാധ്യതകൾ നിറഞ്ഞ ഒരു നവലോകത്തെ കണ്ടെത്തിയത് അവന് ഒരു സഫലാനുഭവം കൂടിയായിരുന്നു. നദീപ്രവാഹങ്ങളിലും വേലാജലങ്ങളിലും പെട്ടു കടലിലേക്കു തള്ളപ്പെട്ട പ്രാകൃതമനുഷ്യർ, വാസ്തവത്തിൽ, ആദികാല സമുദ്രശാസ്ത്രജ്ഞൻമാർ ആവുകയായിരുന്നു. അവരുടെ തിക്താനുഭവവിവരണങ്ങളാണ് ലഭ്യമായ പ്രഥമ സമുദ്രശാസ്ത്ര റിപ്പോർട്ടുകൾ. കരയിൽ തിരിച്ചെത്തിയശേഷം ഈ മുൻകാല 'സിൻബാദു'കൾ സ്വന്തം കൂട്ടുകാരോട് എന്തൊക്കെ പറഞ്ഞു എന്ന് നമുക്കറിയുകയില്ല. എന്നാൽ, നദീതടനാഗരികതകളിലെ മനുഷ്യർ ക്രമേണ കടൽത്തീരങ്ങളിലേക്കു നീങ്ങിയെന്നും വിവിധ തീരദേശങ്ങളിൽ വ്യാപകമായ അധിവാസകേന്ദ്രങ്ങൾ സ്ഥാപിച്ചുവെന്നും നമുക്കറിയാം. ഇന്ന് ലോകത്തെമ്പാടും ഏറ്റവും വലിയ ജനസാന്ദ്രത കാണപ്പെടുന്നത് തീരമേഖലകളിലാണ്. ലോകത്തിലെ വൻനഗരങ്ങളിൽ ഭൂരിഭാഗം സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന

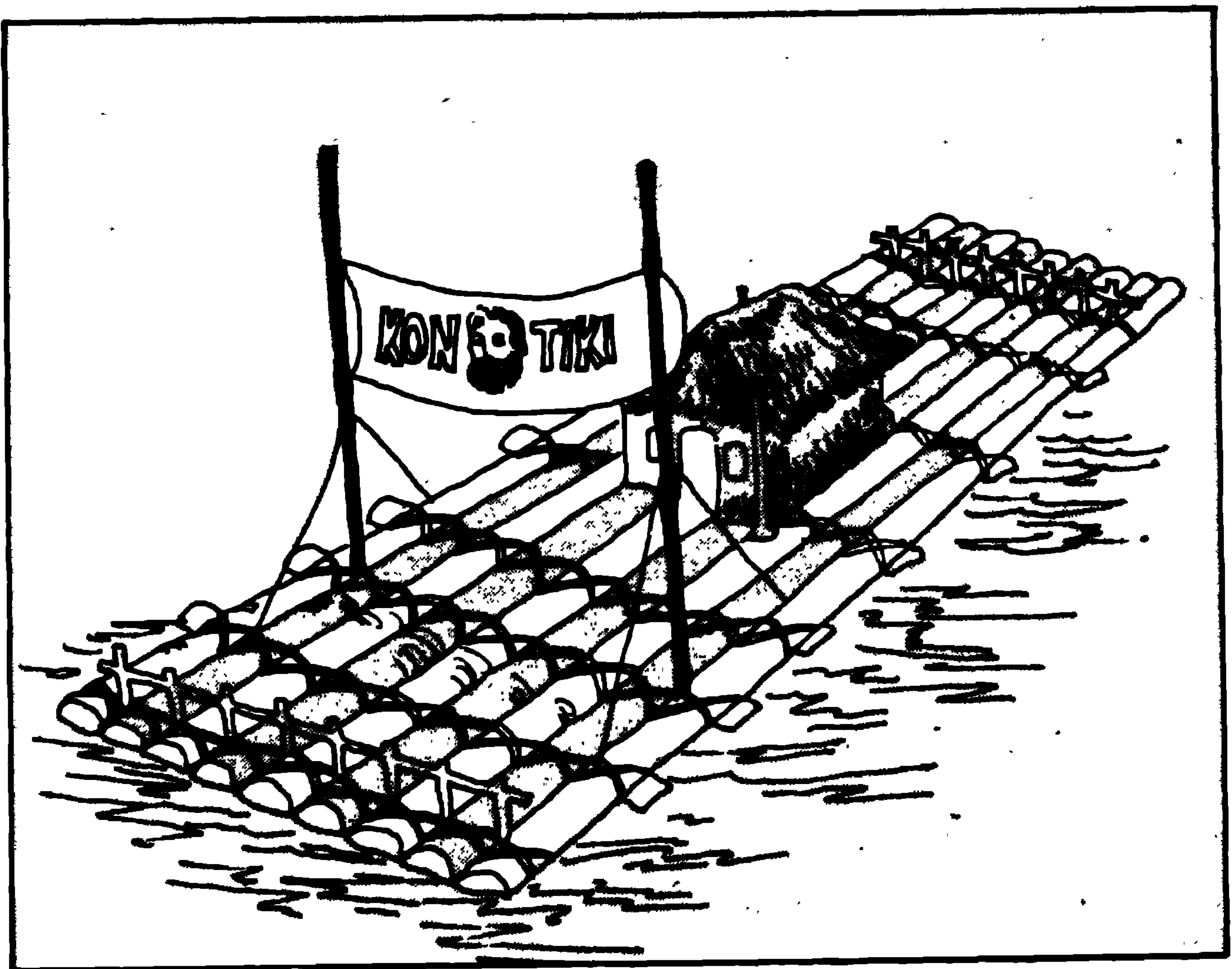
താണെങ്കിൽ കടലോരങ്ങളിലും. എന്നെന്നേക്കുമായി മാനവ നാഗരികത മൗലികമായി ഒരു തീരദേശനാഗരികതയായിത്തീർന്നിരിക്കുന്നു. മാനവസമൂഹങ്ങളുടെ ഉയർച്ചകളെയും താഴ്ചകളെയും ഇന്നു നിയന്ത്രിക്കുന്നത് സമുദ്രങ്ങളാണ്.

ആദികാലശ്രമങ്ങൾ

സമുദ്ര ദിഗ്വിജയത്തിൽ മനുഷ്യന്റെ ആദികാലയത്നങ്ങൾ തീരെ എളിയതായിരുന്നു. എന്നാൽ, സ്വന്തം പരിമിത വിജ്ഞാനത്തിന്റെയും പ്രാകൃതോപകരണങ്ങളുടെയും വെളിച്ചത്തിൽ അവ മഹാനേട്ടങ്ങളായി അവനു തോന്നിയിരിക്കണം. പുത്തൻ ഫലമൂലാദികൾ തേടി, മരത്തടിയിൽ യാത്ര പുറപ്പെട്ട ആദിമമനുഷ്യനു സമീപസ്ഥദ്വീപിൽ എത്തുകയെന്നതു വമ്പിച്ച സാഹസം തന്നെയായിരിക്കണം. അങ്ങനെ എത്തിച്ചേർന്ന ദ്വീപിൽ ചിലർക്കു സ്ഥിരതാമസമുറപ്പിക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞുവെന്നത് അതിലേറെ വലിയ സാഹസവും. മത്സ്യത്തെയും മററുതരം കടൽ ജീവികളെയും പിടിക്കുന്നതിനു കെണി, കൊളുത്ത്, ചൂണ്ട, വല തുടങ്ങിയവ കണ്ടുപിടിച്ചതും തുടർന്ന് ഉപയോഗിച്ചതും സമുദ്രദിഗ്വിജയത്തിലെ ആവിഷ്കാരപരമായ മുന്നേറ്റങ്ങൾ ആയിരുന്നു. വനാന്തരങ്ങളിൽ മൃഗവേട്ട നടത്തുന്നതിനെക്കാൾ അപകടം കുറഞ്ഞതും, അതേസമയം, കൂടുതൽ ഫലദായകവുമായിരുന്നു കടലിലെ മത്സ്യബന്ധന ശ്രമങ്ങൾ. അതുപോലെ, കടൽത്തീരവാസം ഹിംസ്രജന്തുക്കൾ നിറഞ്ഞ കാട്ടുജീവിതത്തെക്കാൾ എത്രയോ സന്തോഷകരവും സുരക്ഷിതവുമായിരുന്നു. ഇക്കാരണങ്ങളാൽ, മത്സ്യബന്ധനത്തിലും മററുകടലധിഷ്ഠിത വൃത്തികളിലും നിയതാടിസ്ഥാനത്തിൽ ഏർപ്പെടുവാൻ മനുഷ്യൻ പഠിച്ചു. കൂടുതൽ പ്രധാനമായത്, ആഹാരവും ജീവൻസന്ധാരണവും തേടി വിദൂരസ്ഥലങ്ങളിലേക്ക് കടലുകൾ താണ്ടിച്ചെല്ലുവാൻ അവൻ ധൈര്യം കാണിച്ചുവെന്നതാണ്. കടലുകളിലെ തന്റെ അവ്യവസ്ഥിത യാത്രകളിൽ തടിയും മുളയും ആദിമമനുഷ്യർ വിപുലമായി ഉപയോഗിച്ചു. രണ്ടോ അതിലധികമോ തടികൾ കയറുകൊണ്ട് കൂട്ടിക്കെട്ടി തുണിക്കഷണമോ പനയോലയോ തൂക്കിയ മുളക്കമ്പുകൾ അതിൽ നാട്ടിയാൽ ഒരു പായ്ക്കപ്പലായി.

കാറ്റിൻെറ ശക്തി പ്രയോജനപ്പെടുത്തുവാൻ ഇതു ഫലപ്രദമായ സംവിധാനമായിരുന്നു. മനുഷ്യൻ ഉപയോഗിച്ച ആദ്യത്തെ ഊർജനിയന്ത്രിത വാഹനം ഇതായിരുന്നു. കടൽക്കാറ്റു പ്രയോജനപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ട്, വിദൂരദേശങ്ങളിലേക്ക് പായ്ക്കപ്പലുകൾ പൗരാണിക മനുഷ്യരെ എത്തിച്ചു.

വലിയ പായ്ക്കപ്പലുകൾ നിലവിൽ വന്നതോടെ മനുഷ്യൻെറ ചക്രവാളം കൂടുതൽ വിപുലമായിത്തീർന്നു. പിന്നീടൊരിക്കലും ജനിച്ചനാട്ടിൽ മാത്രമായി അവന് ഒതുങ്ങിക്കഴിയേണ്ടിവന്നില്ല. പുത്തൻ തീരപ്രദേശങ്ങളെ അന്വേഷിക്കുവാനും കൂടുതൽ വിശാലമായ പ്രദേശങ്ങളിലേക്ക് തൻെറ



ചിത്രം-1 കോൺതികി പര്യടനം. ബാൾസാതടിയിൽ നിർമ്മിതമായ ഒരു പ്രാകൃത ചങ്ങാടത്തിൽ വിശാലമായ പസിഫിക്കിൽ നടന്ന പുരാതനമായ ഒരു കടൽപാലായനം പ്രശസ്ത നോർവീജിയൻ പര്യവേഷകനും സമുദ്രജ്ഞനുമായ തോർ ഹെയർധാൽ അരങ്ങേറുകയുണ്ടായി. ദക്ഷിണപസിഫിക്കിലെ ജനങ്ങൾ അമേരിക്കയിൽനിന്നു വന്നവരാണെന്നും, കോൺതികി എന്ന ദൈവത്തിന്റെ അനുഗ്രഹത്തോടെ പെറു തീരത്ത് നിന്നും അവർ പാലായനം ചെയ്തുവെന്നും തെളിയിക്കുകയായിരുന്നു അദ്ദേഹത്തിന്റെ ലക്ഷ്യം.

അധികാരം വ്യാപിപ്പിക്കുവാനും അവനു കഴിഞ്ഞു. ഒരു കാലത്ത് അപ്രവേശ്യമായിരുന്ന കടലുകളിലൂടെയുള്ള സോദ്ദേശ്യമായ മനുഷ്യ പലായനങ്ങൾ സാധാരണ സംഭവങ്ങളായിത്തീർന്നു. ദക്ഷിണപസിഫിക്ക് ദ്വീപുകൾ, ദക്ഷിണ അമേരിക്ക എന്നീ വിദൂരപ്രദേശങ്ങൾക്കിടയിൽപ്പോലും പലായനങ്ങൾ നടന്നിട്ടുണ്ട് എന്നു പ്രസിദ്ധ നോർവീജിയൻ പര്യവേക്ഷകനും കടൽയാത്രികനുമായ തോർ ഹയർധാൽ റിപ്പോർട്ട് ചെയ്തിരിക്കുന്നു. ദക്ഷിണ അമേരിക്കയുടെ പശ്ചിമതീരത്തുനിന്നു നാടൻ വഞ്ചികളിൽ അതിവിശാലമായ പസിഫിക്സമുദ്രം താണ്ടിക്കടന്നവരാണ് ദക്ഷിണപസിഫിക്കിലെ ജനങ്ങൾ എന്ന സിദ്ധാന്തം, താൻ ശേഖരിച്ച അനേകം തെളിവുകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ അദ്ദേഹം അവതരിപ്പിച്ചു (ചിത്രം -1)

ഫിനീഷ്യരുടെ നേതൃത്വം

സംഘടിത രീതിയിൽ മഹാസമുദ്രങ്ങളിൽ ആദ്യമായി കടന്നുചെല്ലുവാൻ ധൈര്യപ്പെട്ടവർ ഈജിപ്തിലെ ജനങ്ങളായ ഫിനീഷ്യർ ആണ് എന്നു കരുതപ്പെടുന്നു. ഈജിപ്തുകാർക്കു മധ്യധരണ്യാഴി സുപരിചിതമായിരുന്നു. കരയാൽ ചുറ്റപ്പെട്ട ഈ കടലിൽ അവർ നിർബാധം സഞ്ചരിക്കുകയും അവിടെ ഏതാണ്ടു പൂർണ പ്രാബല്യം പുലർത്തുകയും ചെയ്തു. ചെങ്കടൽ, അറബിക്കടലിൻെറ ചിലഭാഗങ്ങൾ എന്നിവയും അവർക്കു സുപരിചിതമായിരുന്നു. അങ്ങനെയിരിക്കെ ഒരു ദിവസം, ഭരണകർത്താവായ ഫറോവയുടെ നിർദേശപ്രകാരം, കരയാൽ ആവൃതമായ മധ്യധരണ്യാഴിയുടെ സുരക്ഷിതത്വം ഭേദിച്ചുകൊണ്ട് ജിബ്രാൾട്ടർ കടലിടുക്കിലൂടെ (ഹെർക്കുലസിൻെറ സ്തംഭങ്ങൾ) ഒരു പര്യവേക്ഷണ ദൗത്യവുമായി അവർ തുറന്ന അത്ലാന്തിക്കിൽ പ്രവേശിച്ചു. ഈജിപ്ഷ്യൻ കടൽയാത്രികർ സർവദിശയിലും സഞ്ചരിച്ചുവെന്നും അവരിൽ ഒരു വിഭാഗം വടക്ക് ഇംഗ്ളിഷ്ദ്വീപുകൾ വരെയും മറ്റൊരു വിഭാഗം തെക്കു പശ്ചിമാഫ്രിക്കൻ തീരം വരെയും എത്തിച്ചേർന്നുവെന്നും രേഖപ്പെടുത്തപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഇത്തരം ഒരു മഹായാത്രയിൽ ഫിനീഷ്യർ പിന്നെയും തെക്കോട്ടുള്ള സഞ്ചാരം തുടരുകയും

ഒടുവിൽ ആഫ്രിക്കയുടെ തെക്കെ മുനമ്പിൽ (ഇന്നത്തെ കേപ്ടൗൺ) എത്തിച്ചേരുകയും ചെയ്തു. അതിൽപ്പിന്നെ അവർ ഇന്ത്യാസമുദ്രത്തിൽ പ്രവേശിക്കുകയും ആഫ്രിക്കയുടെ പൂർവ തീരത്തൂടെ വടക്കോട്ടു യാത്രതുടരുകയും ചെയ്തു. വാസ്തവത്തിൽ, 2000 വർഷങ്ങൾക്കു ശേഷം വാസ്ക്കോഡഗാമയും കൂട്ടുകാരും വീണ്ടും അരങ്ങേറിയത് ഇതേ നാടകമായിരുന്നു. എന്നാൽ, ഫിനീഷ്യർ അറബിക്കടൽ മുറിച്ചുകടക്കുവാൻ തയ്യാറായിരുന്നില്ല. സുരക്ഷിതത്വം പരിഗണിച്ച് ആഫ്രിക്കൻ തീരത്തൂടെമാത്രം സഞ്ചരിക്കുകയാണുണ്ടായത്. തങ്ങൾക്കു പരിചിതമായ ചെങ്കടലിലൂടെ മൂന്നര വർഷങ്ങൾക്കുശേഷം ഈജിപ്തുകാർ ഒടുവിൽ സ്വന്തം നാട്ടിൽ തിരിച്ചെത്തി. ലോകത്തിലെ കരഭാഗങ്ങളെയെല്ലാം വലയം ചെയ്യുന്ന അനുസ്യൂതമായ ജലപിണ്ഡമാണ് സമുദ്രമെന്ന്, തങ്ങളുടെ യാത്രാനുഭവത്തിൻെറ വെളിച്ചത്തിൽ ഈജിപ്തുകാർ വിഭാവനം ചെയ്തു. അനേക നൂറ്റാണ്ടുകളോളം ഈ ധാരണ നിലനിന്നു.

ഫിനീഷ്യരുടെ നേട്ടങ്ങൾ പില്ക്കാലത്ത് അറബികൾ മത്സരബുദ്ധിയോടെ ആവർത്തിച്ചു. വ്യാപാര-വാണിജ്യങ്ങൾക്കായി അവർ കടൽപ്പാതകളിലൂടെ നാനാദിക്കുകളിലും സഞ്ചരിച്ചു. മധ്യധരണ്യാഴി, ദക്ഷിണപൂർവ അത്‌ലാന്തിക്ക് എന്നിവയ്ക്കു പുറമെ അറബിക്കടൽ, ഇന്ത്യാസമുദ്രം, ദക്ഷിണ ചൈനാക്കടൽ, ദക്ഷിണപസിഫിക്കിൻെറ ചില ഭാഗങ്ങൾ എന്നിവയൊക്കെ അവർ കീഴടക്കി. ആഗോള വ്യാപാര-വാണിജ്യങ്ങൾക്കായി നിയതമായ രാജപാതകളായി സമുദ്രങ്ങളെ ചരിത്രത്തിൽ ആദ്യമായി ഉപയോഗിച്ചവർ അറബികളായിരുന്നു. ഇന്ത്യയിൽനിന്നും ദക്ഷിണപൂർവേഷ്യയിൽനിന്നും അവർ സുഗന്ധദ്രവ്യങ്ങളും തടികളും കടത്തിക്കൊണ്ടുപോയി, ആദ്യം അവരുടെ സ്വന്തം കിഴക്കൻ തീരങ്ങളിലേക്കും പിന്നീട് അവിടെ നിന്ന് കരമാർഗം ഗ്രീസ് തുടങ്ങിയ യൂറോപ്യൻ രാജ്യങ്ങളിലേക്കും. അങ്ങനെ, വൻകരകൾ തമ്മിലുള്ള വ്യാപാര-വാണിജ്യങ്ങളിലും കടൽ, കര എന്നിവകളിലൂടെയുള്ള കടത്തു സൗകര്യങ്ങളിലും അറബികൾക്ക് ഏതാണ്ടു പൂർണമായ കുത്തകതന്നെയുണ്ടായിരുന്നു.

ഇന്ത്യാസമുദ്രം, അറബിക്കടൽ, ദക്ഷിണചൈനാക്കടൽ, മധ്യധരണ്യാഴി തുടങ്ങിയവയുടെ തീരദേശങ്ങൾ എന്നിവയെ തമ്മിൽ ബന്ധിപ്പിക്കുന്ന കടൽപ്പാതകളെക്കുറിച്ചു അറബികൾക്കു നല്ല അവഗാഹം ഉണ്ടായിരുന്നു. വാസ്തവത്തിൽ, ദക്ഷിണാഫ്രിക്കയുടെ തെക്കെ അറ്റമായ ഗുഡ്ഹോപ്പ് മുനമ്പിൽ 1498 ഏപ്രിൽ മാസത്തിൽ വാസ്കോഡഗാമ എത്തിയപ്പോൾ, ഇന്ത്യാസമുദ്രവും അറബിക്കടലും താണ്ടി ഇന്ത്യയിലെ മലബാർ തീരത്ത് തങ്ങളെ കൊണ്ടുപോകുവാൻ അഹമ്മദ് ഇബ്നു മജീദ് എന്ന ഒരു അറബിനാവികൻെറ സഹായം ഗാമയുടെ സംഘം തേടുകയാണുണ്ടായത്. അറബികൾക്ക് മലബാർ തീരവുമായി നല്ല കച്ചവടബന്ധമുണ്ടായിരുന്നുവല്ലോ. ഈ ബന്ധം നിലനിർത്തിക്കൊണ്ട്, ഉത്തമ നാവികരും കച്ചവടക്കാരുമായിത്തന്നെ നിലകൊള്ളുവാനാണ് അറബികൾ ഇഷ്ടപ്പെട്ടത്. പില്ക്കാലത്ത് യൂറോപ്യൻമാർ ചെയ്തതുപോലെ, വിദേശരാജ്യങ്ങളിൽ സൈന്യാധിപത്യം പുലർത്തുവാൻ, തങ്ങൾ ആർജിച്ചിരുന്ന കടൽ ശക്തിയെ അറബികൾ ഉപയോഗിച്ചില്ല. ആരോഗ്യകരമായ ഈ സമീപനം കാരണം കടലുകളാൽ വേർപെടുത്തപ്പെട്ട വിഭിന്നരാജ്യങ്ങൾ തമ്മിൽ നല്ല വ്യാപാരബന്ധങ്ങളുടെ വികാസത്തിന് മഹത്തായ സംഭാവനകൾ നല്കുവാൻ അറബികൾക്കു കഴിഞ്ഞു. ഇന്ത്യാസമുദ്രത്തെ രാജ്യങ്ങളെ വേർപെടുത്തുന്ന അഗാധഗർത്തമായല്ല, സ്വന്തം രാജ്യത്തെയും ഇന്ത്യയെയും പരസ്പരം കൂട്ടിയിണക്കുന്ന മഹാതടാകമായി അവർ മാറ്റി.

അറബികൾ നല്ല സമുദ്രശാസ്ത്രജ്ഞൻമാർ കൂടിയായിരുന്നു. വിവിധ കടലുകളിലെ പ്രവാഹങ്ങൾ, കാറ്റുകൾ, മഴ, മറ്റു പ്രതിഭാസങ്ങൾ എന്നിവയെല്ലാം അവർ കൃത്യമായി നിരീക്ഷിക്കുകയും വിശദമായി രേഖപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്തു. കൂടാതെ, വിവിധ തീരങ്ങളെയും ദ്വീപുകളെയും അവർ അളന്നു തിട്ടപ്പെടുത്തുകയും തങ്ങൾ സഞ്ചരിച്ച കടൽപാതകളുടെ ഭൂപരമായ പ്രത്യേകതകളെ വിശദമായി വിവരിക്കുകയും ചെയ്തു. കാലവർഷങ്ങളെ അറബികൾ നിരീക്ഷിക്കുകയും രേഖപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്തു. വാസ്തവത്തിൽ 'മോൺസൂൺ' (കാലവർ

ഷത്തിൻെറ ഇംഗ്ളിഷ് പദം) എന്നവാക്ക് ഋതുകാലം എന്നർഥ മുള്ള 'മോസം' എന്ന അറബിപദത്തിൽ നിന്നാണുണ്ടായത്. അവർ നല്കിയ വിവരങ്ങൾ സർവരാജ്യക്കാർക്കും പ്രയോജന പ്പെട്ടു. മിത്രരാജ്യങ്ങളിലൂടെയുള്ള സുരക്ഷിതമായ ജനസഞ്ചാ രത്തിനും സാധനങ്ങളുടെ കടത്തിനും അതു സഹായകമായി.

ബുദ്ധൻെറ ആഗമനത്തോടെ സമുദ്രസഞ്ചാരങ്ങൾക്കും പര്യവേക്ഷണങ്ങൾക്കും ഇന്ത്യക്കാർ വലിയ പ്രതിപത്തി കാണിച്ചു. ബുദ്ധൻ ഒരു സാർവലൗകികമതം പ്രചരിപ്പിച്ചു. തങ്ങൾക്കു സഞ്ചരിച്ചെത്താൻ കഴിയുന്ന രാജ്യങ്ങളിലൊക്കെ ഈ മത ത്തിൻെറ ഉത്തമസന്ദേശം എത്തിക്കണമെന്ന് പുതിയ ലോകമ തത്തിൻെറ അർപ്പിതരായ അനുയായികൾ ആഗ്രഹിച്ചു. ഇതിൻെറ ഫലമായി ഇന്ത്യയുടെ വിവിധ ഭാഗങ്ങളിൽ നിന്ന് കൂട്ടംകൂട്ടമായി അവർ പുറപ്പെടുകയും ശ്രീലങ്ക, ബർമ്മ, തായ് ലാൻഡ്, മലേഷ്യാ, ഇന്തൊനേഷ്യാ എന്നിവയുൾപ്പെടെയുള്ള ദക്ഷിണേഷ്യൻ രാജ്യങ്ങളിലേക്കു വ്യാപിക്കുകയും ചെയ്തു. ഈ രാജ്യങ്ങളിൽ ബുദ്ധമതം അതിവേഗം പരന്നു എന്നു മാത്ര മല്ല, ധീരസാഹസികരായ ഇന്ത്യൻ രാജാക്കൻമാർ തങ്ങളുടെ ഭരണസീമ ഇന്ത്യാസമുദ്രത്തിൻെറ മറുകരയിലെ രാജ്യങ്ങളി ലേക്കു നീട്ടുകയും ചെയ്തു. ഇവയിൽ ചിലത് മാതൃരാജ്യവുമാ യുള്ള വേരുകൾ അറുക്കുകയും നൂറ്റാണ്ടുകളോളം സ്വതന്ത്ര രാജ്യങ്ങളായി നിലനില്ക്കുകയും ചെയ്തു. സാമുദ്രികാന്വേഷ ണങ്ങളുടെയും വികാസത്തിൻെറയുമായ ഈ കാലഘട്ടം നമ്മുടെ രാജ്യത്തിൻെറ ചരിത്രത്തിലെ ഏറ്റവും മഹത്തായ ഒരു അധ്യായത്തെ കുറിക്കുന്നുവെന്ന് വിഖ്യാത ചരിത്രകാരനും നയതന്ത്രജ്ഞനുമായ ശ്രീ.കെ.എം. പണിക്കർ ചൂണ്ടിക്കാട്ടിയി ട്ടുണ്ട്.

കടലിലെ മാനവദിഗ്‌വിജയങ്ങളെ ദൃഢതരമാക്കിയ മറ്റൊരു മഹാജനവിഭാഗം വടക്കൻ യൂറോപ്പിലെ വൈക്കിങ്ങു കളായിരുന്നു. എ.ഡി. ഒമ്പതാം നൂറ്റാണ്ടിൽ, ചരിത്രത്തിലേക്ക് അവർ തള്ളിക്കയറുകയാണുണ്ടായത്. സ്ക്കാൻഡിനേവ്യയിൽ നിന്ന് (നോർവെ, സ്വീഡൻ) വടക്കോട്ട് ഗ്രീൻലാൻഡിലേക്കും തെക്കോട്ട് അത്‌ലാന്തിക് തീരങ്ങളിലേക്കും അവർ യാത്ര

ചെയ്തു. ഏതാണ്ട് എ.ഡി. 1000-ാമാണ്ടിൽ ഉത്തര അമേരിക്കൻ തീരത്തെ ന്യൂഫൗണ്ട്ലാൻഡിൽപോലും അവർ എത്തുകയുണ്ടായി. എന്നാൽ, നേരത്തെ അറബികൾ ചെയ്തതുപോലെ സ്ഥിരമായ ആവാസങ്ങൾ സ്ഥാപിക്കുവാനോ, പില്ക്കാലത്ത് പശ്ചിമയൂറോപ്യന്മാർ ചെയ്തതുപോലെ കോളനികൾ സ്ഥാപിക്കുവാനോ വൈക്കിങ്ങുകൾ മുതിർന്നില്ല. എന്നിരുന്നാലും കടലുകളെ കീഴ്പ്പെടുത്തുന്നതിലും അവയെക്കുറിച്ചുള്ള ധാരണ വർധിപ്പിക്കുന്നതിലും വൈക്കിങ്ങുകളുടെ സംഭാവന ഗണ്യമാണ്. നോർവെക്കാരും സ്വീഡുകളും ഫിന്നുകളും മഹത്തായ കടൽപാരമ്പര്യം പുലർത്തിയിട്ടുണ്ട്. വൈക്കിങ്ങുകളുടെ താവഴിക്കാർ ഇന്നും അഭിമാനകരമായ ആ പൈതൃകം വെച്ചുപുലർത്തുന്നുണ്ട്. സമുദ്രശാസ്ത്രത്തിന് അവർ നല്കിയ സംഭാവനകൾ മറ്റാരുടേതിനും പിന്നിലല്ല.

ജലലോകത്തിലെ മനുഷ്യന്റെ ദിഗ്വിജയം മന്ദമായിരുന്നെങ്കിലും അനുസ്യൂതമായിരുന്നു. അത് അങ്ങനെയേ ആകുമായിരുന്നുള്ളൂ. കടൽ ഇന്നും ബൃഹത്തായ ഒരു അജ്ഞാതതയായി വർത്തിക്കുന്നു എന്നതുതന്നെ കാരണം. മനുഷ്യന്റെ സർവ പ്രഹരങ്ങൾക്കു ശേഷവും കടലുകൾ ഇന്നും നിഗൂഢവും ഭയാദരദ്യോതകവും ആയി വർത്തിക്കുന്നുവെന്നു നമുക്ക് പിന്നീട് കാണാം. എന്നാൽ, മഹത്തായ ആ അജ്ഞാതതയുടെ ദിഗ്വിജയം തുടങ്ങിവെച്ചത് ആഫ്രിക്കയുടെയും ഏഷ്യയുടെയും തീരങ്ങളിൽ വാസമുറപ്പിച്ച പൗരാണിക ജനങ്ങൾ ആയിരുന്നു എന്ന കാര്യത്തിൽ നമുക്ക് അഭിമാനിക്കാം. കരയാൽ ആവൃതമായ ഉൾനാടൻകടൽ മാത്രമായ മധ്യധരണ്യാഴിക്കു പുറമെ, മനുഷ്യൻ ആദ്യമായി പ്രാബല്യം പുലർത്തിയത് ഇന്ത്യാസമുദ്രത്തിലായിരുന്നു. മധ്യധരണ്യാഴിയിൽ പോലും ആഴിയെക്കുറിച്ചുള്ള അന്വേഷണങ്ങൾക്കു വഴികാട്ടിയത് ഏഷ്യയിലെയും ഉത്തരാഫ്രിക്കയിലെയും ജനങ്ങളും സിറിയക്കാരുമായിരുന്നു. പതിനഞ്ചാം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ അന്ത്യത്തോടെ സമുദ്രാന്വേഷണമേഖലയിലേക്ക് പശ്ചിമയൂറോപ്യന്മാർ തള്ളിക്കയറി വന്നപ്പോഴേക്ക് സമുദ്രങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള പല മൗലിക വിവരങ്ങളും അറിയപ്പെട്ടു കഴിഞ്ഞിരുന്നു. സ്വന്തം

ധീരതയിലൂടെയും സാഹസത്തിലൂടെയും നിലവിലുള്ള വിജ്ഞാനത്തെ യൂറോപ്യൻ അന്വേഷകന്മാർ പൂർണമായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തി. സമുദ്രങ്ങളെക്കുറിച്ച് വമ്പിച്ച ഒരു വിജ്ഞാനസൗധം മാത്രമല്ല, ഏഷ്യയിലും ആഫ്രിക്കയിലും കോളനികൾ സ്ഥാപിച്ചുകൊണ്ട് വൻസാമ്രാജ്യങ്ങളും അവർ കെട്ടിപ്പടുത്തു.

പശ്ചിമയൂറോപ്പിൻെറ രംഗപ്രവേശം

പതിനഞ്ചാം നൂറ്റാണ്ടിൻെറ ആദ്യദശകം സമുദ്രങ്ങളുടെ അന്വേഷണത്തിലും ദിഗ്വിജയത്തിലും മഹത്തായ ഒരു നിർണായകഘട്ടത്തെ കുറിച്ചു. പുത്തൻ സാഹസങ്ങളുടെയും അന്വേഷണങ്ങളുടെയും യുഗപ്പിറവിയിൽ പശ്ചിമയൂറോപ്യൻമാർ പ്രവേശിച്ച കാലഘട്ടമായിരുന്നു അത്. ഇന്ത്യയിലേക്കുള്ള കടൽമാർഗം അന്വേഷിച്ചുകൊണ്ട് 1492ൽ കൊളംബസ് സ്പെയിനിൽ നിന്ന് യാത്ര ആരംഭിച്ചു. ഭൂമി ഉരുണ്ടതാണെന്നു തെളിയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതിനാൽ, കടൽമാർഗത്തിലൂടെ തുടർച്ചയായി പടിഞ്ഞാറോട്ട് യാത്രചെയ്താൽ അന്തിമമായി കിഴക്ക് എത്തിച്ചേരുമെന്ന് അദ്ദേഹം വിശ്വസിച്ചു. കൊളംബസിനു തെറ്റുപറ്റിയില്ല. എന്നാൽ, അദ്ദേഹം ഇന്ത്യയിൽ എത്തിയതുമില്ല. കാരണം, അത്‌ലാന്തിക്കിൻെറ മറുവശത്ത് അമേരിക്കാ വൻകര അദ്ദേഹത്തിൻെറ മുമ്പിൽ തടസ്സം സൃഷ്ടിച്ചു. എന്നാൽ, പുതിയ യാത്ര മനുഷ്യചരിത്രത്തിലെ അത്യദ്ഭുതപൂർവമായ ഒരു മുഹൂർത്തമായിത്തീർന്നു. കാരണം അത്‌ലാന്തിക്ക് സമുദ്രത്തിൻെറയും അതിനപ്പുറമുള്ള രാജ്യങ്ങളുടെയും ദിഗ്വിജയത്തിൽ അതു പര്യവസാനിച്ചു. സ്വജീവിതകാലത്ത് മൂന്നു സമ്പൂർണയാത്രകൾ (അമേരിക്കയിലേക്കും തിരിച്ചും) പായക്കപ്പലുകളിൽ കൊളംബസ് പൂർത്തിയാക്കി. അത്‌ലാന്തിക്കിനെ കുറിച്ചുള്ള അറിവു ഗണ്യമായി വർധിപ്പിക്കുവാൻ ഈ യാത്രകൾ വളരെയേറെ സഹായകമായി.

ഏതാനും വർഷങ്ങൾക്കുശേഷം കൊളംബസ് പുറപ്പെട്ട അതേ ഐബീരിയൻ തീരത്തുനിന്നു വാസ്കോഡഗാമ യാത്ര തിരിക്കുകയും ആഫ്രിക്കാവൻകര ചുററി ഇന്ത്യയിൽ എത്തിച്ചേ

രുകയും ചെയ്തു. ഇന്ത്യയിലേക്കും മററു കിഴക്കൻ രാജ്യങ്ങളിലേയ്ക്കുമുള്ള കടൽമാർഗം തുറക്കുവാൻ പ്രസ്തുതയാത്ര സഹായകമായി. ഗാമയുടെ നേട്ടം തനതായ ഒരു കൃത്യമായിരുന്നില്ലെങ്കിലും (ആഫ്രിക്കൻതീരത്തുനിന്ന് ഇന്ത്യയിലേക്കും തിരിച്ച് ഇന്ത്യയിൽനിന്ന് ആഫ്രിക്കൻ തീരത്തേക്കും ഏതാണ്ടു നിത്യമെന്നോണം അറബികൾ സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നു) യൂറോപ്പിനെയും ഇന്ത്യയെയും നേരിട്ടു കടൽവഴി ബന്ധിപ്പിച്ച ആദ്യത്തെ യൂറോപ്യൻ ഉദ്യമമായിരുന്നു അത്. പശ്ചിമേഷ്യ, ഉത്തരാഫ്രിക്ക എന്നീ കരഭാഗങ്ങളെ കുറുകെ കടക്കാതെ, കിഴക്കൻ രാജ്യങ്ങൾ എളുപ്പത്തിൽ സന്ദർശിക്കുവാൻ യൂറോപ്യന്മാർക്കു സാധ്യമാകുമെന്നായി.

പാശ്ചാത്യാന്വേഷകന്മാരുടെ സമുദ്രദിഗ്വിജയത്തിലെ അടുത്ത ഏററവും പ്രധാന സംഭവം 1520 ലാണ് നടന്നത്. ദക്ഷിണ അമേരിക്കയുടെ തെക്കെ അററത്തെ പാറക്കല്ലുകൾ നിറഞ്ഞ ദ്വീപുകൾക്കിടയിലൂടെ തൻെറ കപ്പലുകളെ ഫെർഡിനൻറ് മഗല്ലൻ എന്ന മർക്കടമുഷ്ടിക്കാരനായ സ്പെയിൻകാരൻ കടത്തിക്കൊണ്ടുപോയി, കിഴക്കുഭാഗത്തൂടെ പസിഫിക്ക് സമുദ്രത്തിൽ പ്രവേശിച്ച ആദ്യത്തെ യൂറോപ്യൻ ആയിത്തീർന്നത് ആ വർഷം ആയിരുന്നു. അതുവരെ രേഖപ്പെടുത്തപ്പെട്ട ചരിത്രത്തിലെ ഏററവും സുദീർഘമായ കടൽയാത്ര തീർച്ചയായും, മഗല്ലൻെറതായിരുന്നു. ഇക്കാരണത്താൽ, കടൽ ദിഗ്വിജയത്തിലെ ഏററവും മഹത്തായ നേട്ടം എന്ന് അതിനെ സമുചിതമായി വിവരിക്കാവുന്നതാണ്. 1519ൽ സ്പെയിനിൽ നിന്നു പുറപ്പെട്ട് 1521ൽ ഫിലിപ്പൈൻസിൽ എത്തിച്ചേരുന്നതുവരെ മഗല്ലൻ പടിഞ്ഞാറോട്ടു തന്നെ യാത്ര ചെയ്തു. ഫിലിപ്പൈൻസിലെ നാട്ടുകാരുമായുള്ള ഏററുമുട്ടലിൽ അദ്ദേഹം കൊല്ലപ്പെട്ടു. എന്നാൽ, സഞ്ചരിച്ച മാർഗത്തിലെ കടലുകളെ മനസ്സിലാക്കുന്നതിൽ, മരിക്കുന്നതിന്നുമുമ്പു തൻെറ സംഭാവനകൾ അദ്ദേഹം നല്കിക്കഴിഞ്ഞിരുന്നു. പസിഫിക്ക് സമുദ്രത്തെക്കുറിച്ചു് വളരെ പ്രയോജനകരമായ വിവരങ്ങൾ അദ്ദേഹത്തിൻെറ വിശദമായ ഡയറിക്കുറിപ്പുകളിൽ ഉണ്ടായിരുന്നു. മരിച്ചുപോയ നായകൻെറ ഏററവും അടുത്ത സുഹൃത്തായ സെബാ

സ്റ്റ്യൻ ഡെൽകാനൊ, മഗല്ലൻെറ അഞ്ചുകപ്പലുകളിൽ ബാക്കിയായ 'വിക്ടോറിയ' എന്ന കപ്പലിൽ യാത്ര തുടരുകയും 1522ൽ സ്പെയിനിൽ തിരിച്ചെത്തുകയും ചെയ്തു. ദുഷ്കരമായ യാത്രയിലെ ഭാഗ്യവിപര്യയത്തിൽ, യാത്ര പുറപ്പെട്ട 243 പേരിൽ വെറും 18 പേർ മാത്രമേ തിരിച്ചെത്തിയുള്ളൂ. മൂന്നു വർഷവും പന്ത്രണ്ടു ദിവസവുമെടുത്ത് ഭൂഗോളം ചുററിയ അചഞ്ചലരായ ആദ്യ സംഘം മനുഷ്യരായിരുന്നു അവർ. എന്നു മാത്രമല്ല, ഒരൊററ യാത്രയിൽ മൂന്നു സമുദ്രങ്ങളെയും ഒരുപോലെ അടുത്തറിയുവാൻ സാധിച്ച ആദ്യഗണം സമുദ്രശാസ്ത്രജ്ഞൻമാരും അവരായിരുന്നു.

അത്‌ലാന്തിക് സമുദ്രത്തിലൂടെയും മററുസമുദ്രങ്ങളിലൂടെയുമുള്ള അതിബൃഹത്തായ മനുഷ്യപലായനത്തിന് തുടർന്നുള്ള നൂറ്റാണ്ടുകൾ സാക്ഷ്യം വഹിച്ചു. എല്ലാ വയോവിഭാഗത്തിലുംപെട്ട പുരുഷൻമാരും സ്ത്രീകളും കുട്ടികളും (അവരിൽ പലരും സ്വജീവിതകാലത്ത് ഒരിക്കൽപോലും ഒരു കടൽത്തീരം കാണാത്തവർ ആയിരുന്നു) അപാരമായ മഹാസമുദ്രങ്ങൾ താണ്ടുകയെന്ന അതിസാഹസികമായ കൃത്യത്തിനു തയാറായി. അതിനുമുമ്പ് ഒരിക്കലും തങ്ങൾ കണ്ടിട്ടില്ലാത്ത അപരിചിതമായ നാടുകളിൽ ഒരു പുതിയ സ്വതന്ത്രജീവിതം തുടങ്ങാമെന്ന പ്രതീക്ഷയായിരുന്നു അവരുടെ പ്രേരണ. അമേരിക്ക, ആസ്ത്രേലിയ എന്നിങ്ങനെ പുതുതായി കണ്ടെത്തിയ നാടുകളിലേയ്ക്കുള്ള യൂറോപ്യൻമാരുടെ വൻതോതിലുള്ള പലായനവും ഏഷ്യ, ആഫ്രിക്ക എന്നിവിടങ്ങളിലേയ്ക്കുള്ള അവരുടെ പരിമിത പലായനവും, ഒരുപക്ഷേ, സമുദ്രങ്ങളിലൂടെയുള്ള ഏറ്റവും വലിയ മനുഷ്യ സഞ്ചാരങ്ങൾ ആയിരുന്നു. യൂറോപ്പിലെ വിവിധ ദേശങ്ങളിൽ നിന്നു വന്നവരായിരുന്നു ഇവർ. ഫ്രഞ്ചുകാർ, ഇംഗ്ളീഷുകാർ, സ്പെയിൻകാർ, ഇറ്റലിക്കാർ, ഡെൻമാർക്കുകാർ, പോളൻഡുകാർ എന്നിങ്ങനെ പല വിഭാഗക്കാരും പലായനക്കാരിൽ ഉണ്ടായിരുന്നു. കടൽ മാർഗങ്ങൾ വശപ്പെടുത്തുന്നതിലും സ്വന്തം മാതൃഭൂമിക്കുവേണ്ടി പുതിയ നാടുകൾ വെട്ടിപ്പിടിക്കുന്നതിലും അവർക്കു സ്വദേശത്തെ ഗവൺമെൻറുകൾ പൂർണ പിന്തുണനല്കി. കടലിലും കര

യിലും സംഘട്ടനങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നതിന് സ്വാഭാവികമായി ഇതു വഴി തെളിയിച്ചു. കടലിൻെറ പ്രകൃതത്തെക്കുറിച്ച് ഇനിയും ഏറെ കാര്യങ്ങൾ അറിയാനുണ്ടായിരുന്നു. തങ്ങൾ യാത്രചെയ്ത ജലരാശികളെക്കുറിച്ച് കിട്ടാവുന്ന വിവരങ്ങൾ എല്ലാം ശേഖരിക്കുവാൻ രാജ്യങ്ങൾ പരസ്പരം മത്സരിക്കുകയും തങ്ങളുടെ പ്രത്യേക ദേശീയതാല്പര്യങ്ങൾ മെച്ചപ്പെടുത്തുന്നതിന് ഈ വിവരങ്ങൾ അവർ ഉപയോഗിക്കുകയും ചെയ്തു. കടലുകളിൽ തങ്ങളുടെ നാശനഷ്ടങ്ങൾ ലഘൂകരിക്കുന്നതിനും എതിർ വിഭാഗങ്ങൾക്ക് കനത്ത പ്രഹരങ്ങൾ ഏല്പ്പിക്കുന്നതിനും യൂറോപ്യൻ രാജ്യങ്ങളെ പുതിയ അറിവുകൾ സഹായിച്ചു. ഇതിൻെറ ഫലമായി, കടലുകളിൽ അനേകം സംഘട്ടനങ്ങൾ നടന്നുവെന്നു മാത്രമല്ല, അസംഖ്യം കടൽക്കൊള്ളസംഘങ്ങൾ വിവിധതീരങ്ങളിൽ രൂപം കൊള്ളുകയും ചെയ്തു. കടലിലെ മനുഷ്യ സാന്നിധ്യവും കടലുമായുള്ള അവൻെറ നിത്യസമ്പർക്കവും സർവകാല പാരമ്യത്തിലെത്തി. കാലത്തും അകാലത്തും നിരവധി രാജ്യങ്ങളുടെ കപ്പലുകൾ കടലുകളിൽ റോന്തു ചുറ്റി. പുതിയ നാടുകൾ കൈവശപ്പെടുത്താനുള്ള യുദ്ധം, കടൽ പാതകളിൽ പ്രാബല്യം പുലർത്താനുള്ള യുദ്ധങ്ങളായി മാറി. നമ്മുടെ സ്വന്തം തീരങ്ങൾ ഇത്തരം അനേകം യുദ്ധങ്ങൾക്കു സാക്ഷ്യം വഹിച്ചു. പോർച്ചുഗീസുകാരുടെയും അഡ്മിറൽ കുഞ്ഞാലിയുടെ നേതൃത്വത്തിലുള്ള സാമൂതിരിയുടെയും നാവികസൈന്യങ്ങൾ തമ്മിലും ഗുജറാത്തു തീരത്ത് പോർച്ചുഗീസുകാരും അഹമ്മദാബാദ് സുൽത്താന്മാരും തമ്മിലും നടന്ന നാവിക ഏറ്റുമുട്ടലുകൾ സുപ്രസിദ്ധമാണ്. കുറെക്കൂടി കഴിഞ്ഞപ്പോൾ ബ്രിട്ടിഷ്കാരും ഫ്രഞ്ചുകാരും തമ്മിലായി നാവിക യുദ്ധങ്ങൾ. ഇരുഭാഗത്തും ഇന്ത്യൻ ഭരണാധികാരികൾ പങ്കെടുത്തു. ഈ യുദ്ധങ്ങളിൽ പലതും അറബിക്കടലിലും ബംഗാൾ ഉൾക്കടലിലും മാത്രമല്ല, യൂറോപ്യൻ തീരങ്ങൾവരെയുള്ള മുഴുവൻ കടലുകളിലും നടന്നു.

ക്യാപ്റ്റൻ കുക്കിൻെറ സാഹസയാത്രകൾ

പതിനാറും പതിനേഴും നൂറ്റാണ്ടുകളിൽ കടലുകളിൽ നടന്ന എണ്ണമില്ലാത്ത ഏറ്റുമുട്ടലുകൾ കടലുകളെക്കുറിച്ചുള്ള

ധാരണ വളരെയേറെ വർധിക്കുവാൻ കാരണമായി. സമുദ്ര ശാസ്ത്രം എന്ന പദം നിലവിൽ വന്നിരുന്നില്ലെങ്കിലും ആ വിജ്ഞാനമേഖലയുടെ ജനനം നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുകയായിരുന്നു. സമുദ്രങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള അറിവ് സംഘടിതമായ രീതിയിൽ ഏകീകരിക്കുന്നതിനും വർധിപ്പിക്കുന്നതിനും നേതൃത്വം നല്കിയത് ബ്രിട്ടിഷുകാർ ആയിരുന്നു. ഇതിനു മാതൃകയാക്കാവുന്ന ഒരാളെ ക്യാപ്റ്റൻ ജയിംസ് കുക്കിൽ അവർ കണ്ടെത്തി. 1769നും 1779നുമിടയിൽ മൂന്നു പ്രമുഖ അന്വേഷണ യാത്രകളിൽ ബ്രിട്ടിഷ് കപ്പൽ സംഘങ്ങളെ അദ്ദേഹം നയിച്ചു. ആദ്യയാത്രയിൽ യൂറോപ്പിനുവേണ്ടി ആസ്ത്രേലിയവൻകരയെ അദ്ദേഹം കണ്ടെത്തി. ഒടുവിലത്തെ യാത്രാവേളയിൽ, അത്ലാന്തിക്കിനും പസിഫിക്കിനുമിടയിലെ വടക്കു-പടിഞ്ഞാറൻ കടലിടുക്കു കണ്ടെത്തുവാൻ അദ്ദേഹം പുറപ്പെടുകയും ബെറിങ് കടലിടുക്കിലൂടെ ആർട്ടിക്ക് സമുദ്രത്തിൽ എത്തിച്ചേരുകയും ചെയ്തു. ഐസുപാക്കുകളെ അഭിമുഖീകരിച്ചതു കാരണം ആർട്ടിക്കിൽ കൂടുതൽ മുന്നോട്ടു പോകുവാൻ അദ്ദേഹത്തിനു സാധിച്ചില്ല. മടക്കയാത്രയിൽ ഹവായ് ദ്വീപിലെത്തിയപ്പോൾ അവിടുത്തെ ജനങ്ങളുമായുള്ള ഏറ്റുമുട്ടലിൽ അദ്ദേഹം കൊല്ലപ്പെട്ടു. സമുദ്രശാസ്ത്രത്തിന് കുക്കു നല്കിയ സംഭാവനകൾ അതിനുമുമ്പോ അതിനുശേഷമോ മറ്റ് ഏതൊരാളും നല്കിയ സംഭാവനയെക്കാൾ മഹത്വം കുറഞ്ഞതല്ല. കുക്കിനു മുമ്പ് കടൽയാത്രകൾ മിക്കവയും നടത്തിയത് വാണിജ്യത്തിനോ വിഭവചൂഷണത്തിനോ കോളനിസ്ഥാപനത്തിനോ വേണ്ടിയായിരുന്നു. കടലിനെക്കുറിച്ചുള്ള വിവരങ്ങളിൽ മാത്രം തല്പരരായ കടൽയാത്രക്കാർ നന്നെ കുറവായിരുന്നു. എന്നാൽ, പുതിയ കാര്യങ്ങൾ അറിയുവാനും മനസ്സിലാക്കുവാനും കുക്ക് അതീവ തല്പരനായിരുന്നു. ജീവശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ, ഖഗോളശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ, ഗണിതജ്ഞൻമാർ എന്നിവരെയൊക്കെ ഓരോയാത്രയിലും അദ്ദേഹം കൂടെക്കൊണ്ടുപോയി. കുക്കിനുശേഷം എല്ലാ പ്രധാന കടൽസഞ്ചാരവേളകളിലും ഇത്തരം വിദഗ്ധരെ കൂടെക്കൊണ്ടുപോകുകയെന്നത് സാധാരണമായിത്തീർന്നു. ലോകത്തെമ്പാടുമുള്ള കടലുകളെക്കുറിച്ച്, വൈവിധ്യമാർന്ന

വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുന്നതിന് സ്വാഭാവികമായി ഇതു വഴിതെളിച്ചു. കൂടാതെ, അളവിലും ഗുണത്തിലും സമുദ്രവിജ്ഞാനത്തിൻെറ കാര്യത്തിൽ, മററു രാജ്യങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് വളരെയേറെ വിവരങ്ങൾ കൂടുതൽ കരസ്ഥമാക്കുവാൻ ബ്രിട്ടനുസാധിച്ചു. ബ്രിട്ടിഷ് നാവികസൈന്യം ഒരു ആഗോളശക്തിയായി പെട്ടെന്ന് ഉയരുവാനും പത്തൊമ്പതാം നൂറ്റാണ്ടു മുഴുവൻ ഭൂഗോളത്തിലെ ജലമാർഗങ്ങളിലെല്ലാം ഏതാണ്ട് പൂർണ പ്രാബല്യം നിലനിർത്തുവാനും അവർക്കു കഴിഞ്ഞതിൻെറ യഥാർഥ അടിസ്ഥാനം ഇതായിരുന്നു.

ഡാർവിൻെറ ശാസ്ത്രീയ പര്യവേക്ഷണം

'ബീഗിളി'ൻെറ യാത്രകൾ സമുദ്രശാസ്ത്രരംഗത്ത് ബ്രിട്ടനു മറ്റൊരു കുതിച്ചുചാട്ടം പ്രദാനം ചെയ്തു. ഒരു ബ്രിട്ടിഷ് സർവെ പര്യവേക്ഷണത്തോടൊപ്പം ആഗോളയാത്ര ചെയ്യുന്നതിനായി കേംബ്രിഡ്ജ് യൂണിവേഴ്സിറ്റിയിൽ നിന്നുള്ള യുവപ്രകൃതിനിരീക്ഷകനായ ചാൾസ് ഡാർവിൻ 1831ൽ ക്ഷണിക്കപ്പെട്ടു. ആ വർഷം ഡിസംബറിൽ ഡേവൺസ് തുറമുഖത്തു നിന്ന് അദ്ദേഹത്തിൻെറ കപ്പലായ 'ബീഗിൾ' യാത്ര പുറപ്പെട്ടു. ദക്ഷിണ അമേരിക്കയുടെ തെക്കൻഭാഗത്തെ പെൻറഗോണിയ, ടെറാഡെൽ ഫ്യൂഗൊ എന്നീ തീരദേശങ്ങളിൽ സർവെ പൂർത്തിയാക്കുകയും ആഗോളാടിസ്ഥാനത്തിൽ മാപനങ്ങളുടെ ഒരു ശൃംഖല തന്നെ സ്ഥാപിക്കുകയും ആയിരുന്നു പര്യവേക്ഷണത്തിൻെറ ഉദ്ദേശ്യം. കാനറി ദ്വീപുകൾ, കേപ് വെർഡെ ദ്വീപുകൾ എന്നിവ സന്ദർശിക്കുകയും അത്ലാന്തിക് കുറുകെ കടക്കുകയും ചെയ്ത ശേഷം 1832 ഫെബ്രുവരിയിൽ 'ബീഗിൾ' ബ്രസീൽ തീരത്ത് എത്തി. അടുത്ത രണ്ടു വർഷം അവിടുത്തെ അദ്ഭുതകരമായ ഭൂപ്രദേശങ്ങൾ പര്യവേക്ഷകർ തീക്ഷ്ണമായി പഠിച്ചു. കരയും കടലും മാത്രമല്ല, ആ പ്രദേശത്തെ സസ്യജാലം, ജന്തുജാലം എന്നിവയും അവർ പഠനവിധേയമാക്കി. ഡാർവിനെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം അത് ഒരു സ്വർഗദത്തമായ അവസരമായിരുന്നു. തൻെറ പ്രസിദ്ധവും എന്നാൽ അതേസമയം വിവാദപരവുമായ പ്രകൃതിനിർധാരണസിദ്ധാന്തം അവ

തരിപ്പിക്കുവാൻ ഡാർവിനെ സഹായിച്ചത് ഈ യാത്രാവേള യിൽ ശേഖരിച്ച വിവരങ്ങൾ ആയിരുന്നു. പസിഫിക്കിൻെറ കിഴ ക്കൻ ഭാഗങ്ങളെക്കുറിച്ചു പഠിക്കുന്നതിനുള്ള വളരെ പ്രയോജന കരമായ ഒരു യാത്ര പൂർത്തിയാക്കിയശേഷം 1830 ഒക്ടോ ബറിൽ ഇംഗ്ളണ്ടിലെ പ്ളിമത്തിൽ 'ബീഗിൾ' തിരിച്ചെത്തി. 'ബീഗിളി'ൻെറ മടക്കയാത്രകഴിഞ്ഞ് ഒമ്പതു വർഷം കഴിഞ്ഞ പ്പോൾ, 1845ൽ, അത്ലാന്തിക്ക്, പസിഫിക്ക്, ഇന്ത്യൻ എന്നീപേ രുകൾ ഭൂമുഖത്തെ മൂന്നു മഹാസമുദ്രങ്ങൾക്ക് നല്കപ്പെട്ടു. പേരുകൾ സ്ഥാപിതമായെങ്കിലും ഈ സമുദ്രങ്ങളിലെ അഗാധ ഗർത്തങ്ങളും അവയിലെ ജലസംഭരണികളും അന്വേഷിക്കേ ണ്ടതും വിശകലനം ചെയ്യേണ്ടതുമുണ്ടായിരുന്നു. വിവിധ തീര ങ്ങളോടു ചേർന്നു കിടക്കുന്ന ഇടുങ്ങിയ കടൽമേഖലകളും കര യാൽ ആവൃതമായ ഉൾക്കടലുകൾ, കടലിടുക്കുകൾ എന്നി വയും മാത്രമായിരുന്നു ഒരളവോളമെങ്കിലും പൂർണമായി പഠനവിധേയമാക്കപ്പെട്ടിരുന്നത്. അതുതന്നെ വാണിജ്യം, കപ്പൽയാത്ര, യുദ്ധം എന്നിവയെ ലക്ഷ്യമാക്കിയുള്ളതായി രുന്നു. സമുദ്രശാസ്ത്രത്തിന് മുട്ടോളം ആഴം മാത്രമേ കൈവ ന്നിരുന്നുള്ളൂ.

എന്നാൽ, സമുദ്രപ്രവാഹങ്ങൾ, കാററുകൾ എന്നിവയുടെ വേഗതയെയും ദിശകളെയും കുറിച്ചുള്ള ധാരാളം പ്രായോഗിക വിജ്ഞാനങ്ങൾ അതിനകം കരഗതമായിരുന്നു. കപ്പിത്താൻമാരുടെ പ്രായോഗികാനുഭവങ്ങളിലും കപ്പൽ ഓഫീസർമാരുടെ ലോഗു ബുക്കുകളിലും ആയിരുന്നു ഇവ സംഭരിക്കപ്പെട്ടിരുന്നത്. സമു ദ്രയാത്രയുടെ തോതു വർധിച്ചതനുസരിച്ച് ഇത്തരം പ്രയോജന കരമായ വിവരങ്ങളുടെ അളവും വർധിച്ചു. എന്നാൽ, സമുദ്രങ്ങ ളുടെ ഒരു സമേകീകൃത ശാസ്ത്രത്തിനു രൂപം നല്കുവാൻ ഈ വിവരങ്ങളെല്ലാം ആരെങ്കിലും കുത്തിയിരുന്നു ക്രോഡീകരി ക്കേണ്ടതുണ്ടായിരുന്നു. ഈ ചുമതല വന്നുപതിഞ്ഞത് അമേരി ക്കൻ നേവിയിലെ ലെഫ്ടനൻറ് മാത്യു ഫൊൺടേൻ മോറി യുടെ ചുമലുകളിലായിരുന്നു. 1825ൽ നേവിയിൽ ഓഫീസർ ട്രെയിനിയായി മാത്യു ജോലിയിൽ പ്രവേശിച്ചിരുന്നു. എന്നാൽ, 1834ൽ നേരിട്ട പരിക്കിനെത്തുടർന്ന് അദ്ദേഹത്തിന് കരയിൽ

ജോലി നല്കപ്പെട്ടു. കപ്പൽ ഗതാഗതത്തെക്കുറിച്ച് ലേഖനങ്ങൾ പ്രസിദ്ധീകരിക്കുവാൻ ഇത് അദ്ദേഹത്തിന് അവസരം നല്കി. 1842ൽ നാവികപ്പടയിൽ സൂപ്രണ്ടായി നിയമിക്കപ്പെട്ടപ്പോൾ, അനേകം കപ്പിത്താന്മാർ സൂക്ഷിച്ചിരുന്ന ലോഗ് ബുക്കുകൾ പരിശോധിക്കുവാൻ മോറിക്കു കഴിഞ്ഞു. ഇംഗ്ളീഷ് ഭാഷയിലെ ആദ്യത്തെ സമുദ്രശാസ്ത്ര പുസ്തകമായ 'ദി ഫിസിക്കൽ ഓഷനോഗ്രാഫി ഓഫ് ദി സീ' ('കടലിൻെറ ഭൗതികഭൂമിശാസ്ത്രം') അദ്ദേഹം ഉടനെ തയാറാക്കിത്തുടങ്ങി. അന്തിമമായി അതു പ്രസിദ്ധീകരിക്കുന്നതിനുമുമ്പ് വിവിധ സമുദ്രങ്ങളിലെയും കടലുകളിലെയും പ്രവാഹങ്ങൾ, കാറ്റുകൾ, അടിത്തറാകാരങ്ങൾ, ദ്വീപുകൾ എന്നിവയെക്കുറിച്ചൊക്കെ പ്രയോജനകരമായ ധാരാളം വിവരങ്ങൾ ലോകത്തിൻെറ വിവിധ ഭാഗങ്ങളിൽ നിന്നും കത്തിടപാടുകൾ വഴിയും മററുമായി മോറി ശേഖരിച്ചിരുന്നു.

ബ്രിട്ടിഷ് ആധിപത്യം

അതോടെ, സമുദ്രശാസ്ത്രം ഔപചാരികമായി ജനനം കൊണ്ടു. എന്നാൽ, സമുദ്രങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള മനുഷ്യൻെറ അറിവു മുഖ്യമായി തീരത്തോടടുത്ത ഇടുങ്ങിയ കടൽ പ്രദേശങ്ങളെയും സമുദ്രതലത്തിലെ ഒററപ്പെട്ട മേഖലകളെയും കുറിച്ചുള്ളതായിരുന്നു. അതിനപ്പുറത്തും അതിനു കീഴെയും അജ്ഞാതവും അപ്രവേശ്യവുമായ, ആഴമളക്കാൻ പററാത്ത അതിഭീമമായ ഗർത്തങ്ങളുടെ ലോകമായിരുന്നു. ഈ അന്യലോകം എങ്ങനെയിരുന്നു എന്ന് നേരിൽ കാണുവാൻ ജലതലത്തിൽ നിന്നു വളരെ താഴെയിറങ്ങിച്ചെല്ലുവാൻ മനുഷ്യനു കഴിഞ്ഞിരുന്നില്ല. ക്യാപ്ററൻ കുക്ക് തുടങ്ങിവെച്ചിരുന്ന സമുദ്രവിജ്ഞാനാന്വേഷണം പ്രയോജനകരമാണെന്നു തെളിയിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു.പത്തൊമ്പതാം നൂറ്റാണ്ടിൻെറ മധ്യമായതോടെ ഇതേ ദിശയിൽ കൂടുതൽ അന്വേഷണങ്ങൾ അനിവാര്യമായിത്തീർന്നു. ഒരിക്കൽക്കൂടി ബ്രിട്ടിഷുകാർ തന്നെ ഇതിനു നേതൃത്വം കൊടുത്തു. അൻറാർട്ടിക്കാ സമുദ്രത്തിൽ മാപനങ്ങളും സർവെയും നടത്തുന്നതിനായി ക്യാപ്ററൻ ജെയിംസ്

സി. റോബിൻെറ നേതൃത്വത്തിൽ 1839നും 1843നുമിടയ്ക്കു രണ്ടു ബ്രിട്ടിഷുകപ്പലുകൾ പര്യവേക്ഷണങ്ങൾ സംഘടിപ്പിച്ചു. ഏതാനും വർഷങ്ങൾക്കുശേഷം 1873-76 കാലത്ത്, അതിനു മുമ്പ് അറിയപ്പെട്ടിട്ടില്ലാത്ത തോതിലും അളവിലും ലോകത്തിലെ സർവസമുദ്രങ്ങളിലും അന്വേഷണങ്ങൾ നടത്തുന്നതിനായി 'എച്ച്.എം.എസ് ചാലഞ്ചർ' എന്ന കപ്പലിനെ ബ്രിട്ടൻ നിയോഗിച്ചു.

'ചാലഞ്ചറി'ൻെറ അന്വേഷണങ്ങൾ സമുദ്രശാസ്ത്രവികാസത്തിലെ നിർണായക ഘട്ടത്തെക്കുറിച്ചു. 'ചാലഞ്ചർ' പര്യവേക്ഷണത്തിനുശേഷം സമുദ്രശാസ്ത്രം പക്വമായ ഒരു വിജ്ഞാനശാഖയായിത്തീർന്നുവെന്നു പറയാം. ബ്രിട്ടിഷ് റോയൽ നേവിയുടെ പതിനെട്ടു പീരങ്കിയണിഞ്ഞ ഒരു പടക്കപ്പലായിരുന്നു 'ചാലഞ്ചർ'. പടയുടുപ്പുമാറ്റി അതിനെ സമുദ്രശാസ്ത്രത്തിനു തയാറാക്കുകയായിരുന്നു. 2300 ടൺ കേവുഭാരമുള്ളതും കാറ്റിലും നീരാവിയിലും സഞ്ചരിക്കുവാൻ പ്രാപ്തിയുള്ളതുമായ 'ചാലഞ്ചർ' അന്നത്തെ മാനദണ്ഡത്തിൽ സാമാന്യം വലിയ കപ്പൽ തന്നെയായിരുന്നു. ക്യാപ്റ്റൻ ജോർജ് നേറസ് കപ്പലിൻെറ കപ്പിത്താനും എഡിൻബ്വർഗ് യൂണിവേഴ്സിറ്റിയിലെ പ്രൊഫസർ ചാൾസ് വൈവില്ലെ തോംപ്സൺ ഗവേഷകസംഘത്തിൻെറ തലവനുമായിരുന്നു. യാത്രക്കാരും ജീവനക്കാരുമായി 240 പേർ കപ്പലിലുണ്ടായിരുന്നു. 1872 ഡിസംബറിൽ ഇംഗ്ലണ്ടിലെ പോർട്ട്സ്മൗത്തിൽ നിന്നു പുറപ്പെട്ട 'ചാലഞ്ചർ' മൂന്നു വർഷം കൊണ്ട് ഒരു ലക്ഷത്തിലേറെ കി. മീ സഞ്ചരിക്കുകയും 362 സമുദ്രസ്റ്റേഷനുകളിൽനിന്ന് കാലാവസ്ഥകൾ, ഉപരിതലജലപ്രവാഹങ്ങൾ, ജലതാപങ്ങൾ, വ്യത്യസ്ത ആഴങ്ങളിലെ ജലത്തിൻെറ രാസഘടന, ജന്തുജാലങ്ങൾ, അടിത്തറഅവസാദങ്ങൾ തുടങ്ങിയവയെക്കുറിച്ചൊക്കെയുള്ള അടിസ്ഥാനവിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുകയും ചെയ്തു. കപ്പൽ സഞ്ചരിച്ച പാതകളിലെ ജലത്തറാകാരങ്ങളെ സർവെ ചെയ്യുകയും 4717 പുതിയ കടൽജീവി സ്പീഷീസുകളെ വലവീശിപ്പിടിച്ചു വർഗീകരിക്കുകയും എല്ലാ സ്റ്റേഷനുകളിലും ആഴമാപനങ്ങൾ നടത്തുകയും ചെയ്തു. അവർ രേഖപ്പെടുത്തിയ ഏറ്റവും

കൂടിയ ആഴം പശ്ചിമപസിഫിക്കിലെ 'ചാലഞ്ചർ കയം' 8055 മീറ്റർ ആയിരുന്നു. ഉത്തര അത്‌ലാന്തിക്കിൽ പലതവണ അങ്ങോട്ടും ഇങ്ങോട്ടും സഞ്ചരിച്ചശേഷം ദക്ഷിണ അത്‌ലാന്തിക്കിലും തുടർന്ന് അൻറാർട്ടിക്ക് സമുദ്രത്തിലും കപ്പൽ യാത്ര ചെയ്തു. അൻറാർട്ടിക്ക വിട്ട ശേഷം 'ചാലഞ്ചർ' ആസ്ത്രേലിയയിലേക്കു യാത്ര തുടരുകയും പശ്ചിമപസിഫിക്ക് ദ്വീപുകളിലേക്കും പിന്നീട് കിഴക്കൻ ഹവായ് ദ്വീപുകളിലേക്കും, അതിൽ പിന്നെ മഗല്ലൻ കടലിടുക്കുവഴി വീണ്ടും അത്‌ലാന്തിക്കിലേക്കും ഒടുവിൽ തിരിച്ച് ഇംഗ്ലണ്ടിലേക്കും യാത്രതിരിച്ചു. 1876 മേയ് 24 ന് കപ്പൽ കരപിടിച്ചു. ശേഖരിക്കപ്പെട്ട പദാർഥങ്ങളുടെ പ്രാഥമിക പരിശോധന കപ്പലിൽത്തന്നെ നിർവഹിക്കപ്പെട്ടിരുന്നുവെങ്കിലും മൂന്നു വർഷത്തെ സഞ്ചാരവേളയിൽ സമാഹൃതമായ മുഴുവൻ സാമ്പിളുകളുടെയും ആധാരവിവരങ്ങളുടെയും വിശദപഠനങ്ങൾ പൂർത്തിയാക്കാൻ അനേകം വർഷങ്ങൾ വേണ്ടിവന്നു. 29500 പേജുകളിലും 50 വാല്യങ്ങളിലുമാണ് 'ചാലഞ്ചർ' പര്യവേക്ഷണത്തിൻെറ ഔദ്യോഗിക റിപ്പോർട്ടുകൾ പ്രസിദ്ധീകൃതമായത്. ഇതിന് 23 വർഷം വേണ്ടിവന്നു. 'ചാലഞ്ചർ' പര്യവേക്ഷണത്തിൻെറ ഫലമായി ഒരു സംപൂർണ സമുദ്രശാസ്ത്രസാഹിത്യം ജന്മം കൊണ്ടു.

ആരോഗ്യകരമായ മത്സരാന്വേഷണങ്ങൾ

ഏറെത്താമസിയാതെ മറ്റു രാജ്യങ്ങളും സമുദ്രശാസ്ത്രാന്വേഷണങ്ങൾ ഏറ്റെടുത്തു. പ്രത്യേക പഠനഗ്രൂപ്പുകളെയും കപ്പലുകളെയും വിവിധ രാജ്യങ്ങൾ സംഘടിപ്പിച്ചു. ഫ്രാൻസ്, ജർമ്മനി, നോർവെ, അമേരിക്ക, റഷ്യ എന്നിവരുടെയും മറ്റു യൂറോപ്യൻ രാജ്യങ്ങളുടെയും കപ്പലുകൾ സമുദ്രശാസ്ത്രത്തെയും തദ്വാരാ, കടലുകളെ നിയന്ത്രിക്കുവാനുള്ള സ്വന്തം അധികാരസീമയെയും വർധിപ്പിക്കുന്നതിൽ പരസ്പരം മത്സരിച്ചു. ബ്രിട്ടിഷുകാരുടെ മേൽനോട്ടത്തിൽ സമുദ്രശാസ്ത്രരംഗത്ത് ഇന്ത്യയും മിതമായ ചില സംരംഭങ്ങൾ ആരംഭിച്ചു.

'ചാലഞ്ചർ' പര്യവേക്ഷണത്തെത്തുടർന്നുള്ള അരനൂറ്റാണ്ടിൽ സമുദ്രഗവേഷണങ്ങൾ വ്യവസ്ഥാപിതമെന്നതിലേറെ

ആകസ്മികമായിരുന്നു. ഒറ്റപ്പെട്ടതും പരസ്പരബന്ധമില്ലാത്ത തുമായിരുന്നു ഇവയിൽ മിക്കതും. എന്നാൽ, ഉത്തര അത്‌ലാന്തിക്കിലും നോർവീജിയൻ കടലിലും നോർവെക്കാർ നടത്തിയ പഠനങ്ങൾ തിരഞ്ഞെടുക്കപ്പെട്ട ഒരു പ്രത്യേക മേഖലയിൽ വിശദമായ അന്വേഷണങ്ങൾ കേന്ദ്രീകരിച്ചു. 'ചാലഞ്ചർ' പര്യവേക്ഷണത്തിനു ശേഷം സമുദ്രശാസ്ത്രത്തിൻെറ വളർച്ചയ്ക്കു ലഭിച്ച ഏറ്റവും മഹത്തായ സംഭാവന ജർമൻ 'മീറ്റിയോർ' പര്യവേക്ഷണത്തിൽ നിന്നായിരുന്നു. അതിനുമുൻപ് ആരും നടത്തിയിട്ടില്ലാത്ത ഒരു സംരംഭമായിരുന്നു 1925-ൽ 'മീറ്റിയോർ' ഏറ്റെടുത്തത്. ദക്ഷിണ അത്‌ലാന്തിക്ക് എന്ന ഒരൊറ്റ സമുദ്രത്തിൽ വ്യവസ്ഥാപിതവും ഏതാണ്ട് സമ്പൂർണവുമായ പഠനങ്ങൾ നടത്തുകയെന്നതായിരുന്നു അത്. 25 മാസക്കാലത്ത്, സവിശേഷമായ ജർമ്മൻ ശുഷ്കാന്തിയോടെ, അത്‌ലാന്തിക്ക് സമുദ്രത്തിൽ ഒരു ഡസനിലേറെ തവണ 'മീറ്റിയോർ' കുറുകെ സഞ്ചരിച്ചു. ലഭ്യമായ ആധാരവിവരങ്ങളിൽ - രാപ്പകൽ ഭേദമില്ലാതെ എല്ലാ കാലാവസ്ഥയിലും എല്ലാ ഋതുക്കളിലും ശേഖരിച്ചവ - സമുദ്രത്തിൻെറ ആഴം നിർണയിക്കുന്നതിനുള്ള 70,000 ആഴമാപനങ്ങൾ അടങ്ങിയിരുന്നു. കടൽത്തറഭാഗങ്ങൾ പ്രാകൃതമായ കരതലത്തെപ്പോലെ അസമവും പരുഷവുമാണെന്നും മുൻകാലങ്ങളിൽ വിശ്വസിച്ചതുപോലെ സമതലമല്ലെന്നും 'മീറ്റിയോർ' പര്യവേക്ഷണം ആദ്യമായി വെളിവാക്കി. സമുദ്രശാസ്ത്രത്തിൽ ജർമ്മൻകാർ പിടിച്ചുപറ്റിയ ഈ നേതൃത്വം തുടർന്നുള്ള വർഷങ്ങളിൽ അവർ കൈവരിച്ച നാവികശക്തിക്ക് അനല്പമായ സംഭാവന നല്കിയിട്ടുണ്ട്.

സമുദ്രശാസ്ത്രത്തിന് മറ്റൊരു ദ്രുതവികാസം സംഭവിച്ചത് രണ്ടാംലോകമഹായുദ്ധകാലത്താണ്. യഥാർഥത്തിൽ മല്ലിടുന്ന ശക്തികൾ യുദ്ധകാലത്തുനടത്തിയ നാവികപരിശ്രമങ്ങളുടെ ഒരു ഉപോല്പന്നമായിരുന്നു ഈ വികാസം. അമേരിക്കക്കാരും യൂറോപ്യൻമാരും റഷ്യക്കാരും ജപ്പാൻകാരും മറ്റ് ഏഷ്യൻ രാജ്യങ്ങളും ഈ വികാസത്തിനു സംഭാവനകൾ നല്കിയിട്ടുണ്ട്. തങ്ങൾക്കു തീരെ അപരിചിതമായ, വിചിത്രസ്വഭാവമുള്ള കടലുകളിൽ വിഭിന്ന രാഷ്ട്രങ്ങളുടെ നാവികസേന

കൾ യുദ്ധം ചെയ്യുവാൻ നിർബന്ധിതമായി. ദക്ഷിണപസിഫിക്കിലെയും അത്‌ലാന്തിക്കിലെയും ആർട്ടിക്കിലെയും അൻറാർട്ടിക്കിലെയും വിദൂരവും അപകടകരവുമായ സമുദ്രമേഖലകൾ വിവിധരാജ്യങ്ങളുടെ നാവിക യൂനിറ്റുകളുടെ നിത്യസന്ദർശനകേന്ദ്രങ്ങൾ ആയി മാറി. ഈ സന്ദർശനങ്ങൾ അതിജീവനയജ്ഞങ്ങളായിരുന്നു. തങ്ങൾ സന്ദർശിക്കുന്ന കടലുകളെക്കുറിച്ച് സാധ്യമാകുന്നിടത്തോളം വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുന്നത് ഒഴിച്ചുകൂടാത്ത ആവശ്യമായിരുന്നു. രണ്ടാംലോകമഹായുദ്ധത്തിൻെറ അന്ത്യത്തോടെ, ഇങ്ങനെ സമാഹൃതമായ വിവരങ്ങൾ അനേകം വാല്യങ്ങളായി വളർന്നു. ഭൂപ്രകൃതി, ആഴം, താപം, ജലചലനങ്ങൾ, വായുചലനങ്ങൾ, സസ്യജാലം, ജന്തുജാലം എന്നിവയുടെയും കടലുകളെയും സമുദ്രങ്ങളെയും കുറിച്ചുള്ള മറ്റനേകം കാര്യങ്ങളുടെയും വിശദവിവരങ്ങൾ ഇതിൽ ഉൾപ്പെട്ടിരുന്നു. യുദ്ധകാലത്തു ശേഖരിക്കപ്പെട്ട വിവരങ്ങൾ ക്രമപ്പെടുത്തുന്നതിലും പഠിക്കുന്നതിലും ലോകത്തെമ്പാടുമുള്ള സമുദ്രശാസ്ത്രഗവേഷണാലയങ്ങൾക്ക് മുഴുസമയജോലി വന്നുചേർന്നു.

അങ്ങനെ, വിചിത്രമെന്നു തോന്നുമെങ്കിലും സമുദ്രങ്ങളുടെ മേൽ സംഘടിതമായ ഒരു മേൽക്കോയ്മ സാധ്യമാക്കിയത് രണ്ടാംലോകമഹായുദ്ധമായിരുന്നു. ഈ നേട്ടത്തിനു പ്രത്യേകിച്ച് അധികച്ചെലവൊന്നുമുണ്ടായതുമില്ല. കടലിൻെറ മേലുള്ള മനുഷ്യൻെറ വിജയം അന്തിമവും നിർണായകവുമായിത്തീർന്നു. അവൻെറ ഭാവിഭാഗധേയങ്ങൾ സുദൃഢമായും അഭേദ്യമായും കടലുകളുമായി ബന്ധപ്പെട്ടതാണെന്നും തെളിയിക്കപ്പെട്ടു. മനുഷ്യനാഗരികത അടിസ്ഥാനപരമായി ഒരു തീരദേശനാഗരികതയായിത്തീർന്നു. എന്നാൽ, അതു കടൽവിഭവങ്ങളിലേക്ക് ഉറ്റുനോക്കുന്നതും ഏറെക്കുറെ കടൽ നിയന്ത്രിതവുമാണെന്ന് ഇപ്പോൾ വ്യക്തമായി.

ആർട്ടിക്ക് അന്വേഷണങ്ങൾ

തീവ്രമായ ശൈത്യം, ജീവിക്കുവാൻ പറ്റാത്ത കാലാവസ്ഥ, പരുക്കൻ ഭൂപ്രകൃതി എന്നിവയാണ് ഭൂമിയുടെ വടക്കും

തെക്കുമുള്ള പ്രദേശങ്ങളുടെ സവിശേഷലക്ഷണങ്ങൾ. ആദികാലമനുഷ്യർക്ക് വടക്കൻ ധ്രുവത്തെയോ, തെക്കൻധ്രുവത്തെയോ കുറിച്ച് അധികമൊന്നും അറിയുകയില്ലായിരുന്നു. ആർട്ടിക്കും അൻറാർട്ടിക്കും കരകളാണോ സമുദ്രമാണോ എന്നുപോലും അടുത്തകാലംവരെ അറിയപ്പെട്ടിരുന്നില്ല. രണ്ടു ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളും ഹിമാവൃതമാണെന്നും മനുഷ്യവാസത്തിനു തീരെ പ്രതികൂലമാണെന്നും മാത്രമായിരുന്നു വ്യക്തമായി സ്ഥിരീകരിക്കപ്പെട്ട ഒരേയൊരു വസ്തുത.

രണ്ടു ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിൽ, മാനവശ്രദ്ധ ആദ്യം പിടിച്ചുപറ്റിയത് ആർട്ടിക്കായിരുന്നു. യഥാർഥത്തിൽ, ആർട്ടിക്കിലെ ഏറ്റവും ആദ്യത്തെ അന്വേഷകർ എസ്കിമോകൾ ആയിരുന്നു. പില്ക്കാലത്ത് ആ പ്രദേശത്തെ അവർ സ്വന്തം ആവാസമാക്കി മാറ്റി. ഈ ശീതപ്രദേശങ്ങളെ അവർ എപ്പോഴാണ് കീഴടക്കിയത് എന്നു വ്യക്തമല്ല. മംഗളോയ്ഡ് വർഗത്തിൽപ്പെട്ട എസ്കിമോകൾ ആദ്യം സൈബീരിയയിൽ നിന്നു വടക്കോട്ടു നീങ്ങിയെന്നും ഹിമസമുദ്രത്തിൻെറ തീരപ്രദേശങ്ങളിലാകെ ക്രമേണ അവർ വ്യാപിച്ചുവെന്നും പൊതുവായി വിശ്വസിക്കപ്പെടുന്നു. അലാസ്ക മുതൽ ഗ്രീൻലാൻഡ് - ലബ്രഡോർവരെയായി ഏതാണ്ട് 10,000 കി.മീ. വിസ്താരത്തിൽ എസ്കിമൊ ആവാസം വ്യാപിച്ചുകിടക്കുന്നു. എന്നാൽ, അതിവിപുലമായ ഈ പ്രദേശത്താകെ, തങ്ങളുടെ ഭാഷയിലും സംസ്കാരത്തിലും ശരീരപ്രകൃതത്തിൽപോലും അസാമാന്യമായ ഐകരൂപ്യം അവർ പ്രകടിപ്പിക്കുന്നുണ്ട്. പുറംലോകത്തെ മനുഷ്യനാഗരികതയുമായുള്ള സക്രിയബന്ധം നഷ്ടപ്പെട്ട ശേഷം തങ്ങളുടെതായ സ്വന്തം ജീവിതരീതി എസ്കിമൊകൾ വളർത്തിയെടുത്തു.

നൂറ്റാണ്ടുകൾക്കുശേഷം ആർട്ടിക്കു പ്രദേശങ്ങളിൽ യൂറോപ്യൻമാർ അന്വേഷണങ്ങൾ ആരംഭിച്ചു. ആർട്ടിക്കിലെ ആദികാലാന്വേഷണങ്ങൾക്കുള്ള ബഹുമതി നല്കപ്പെടേണ്ടത് നോർവെയിൽനിന്നുള്ള വൈക്കിങ്ങുകൾക്കാണ്. തങ്ങളുടെ തണുതണുത്ത വടക്കൻ അയൽദേശത്ത് പില്ക്കാലത്തു കടന്നുചെല്ലുവാൻ ഇംഗ്ലീഷുകാരും ഡച്ചുകാരും റഷ്യാക്കാരും മറ്റ് ഉത്തരയൂറോപ്യൻ ജനവിഭാഗങ്ങളും ശ്രമങ്ങൾ നടത്തി. പൂർവ

ദേശത്തുള്ള വടക്കു-കിഴക്കൻ ജലപാത കണ്ടുപിടിക്കുകയായിരുന്നു ഉടനെയുള്ള ലക്ഷ്യങ്ങളിലൊന്ന്. ദക്ഷിണാഫ്രിക്കയുടെയും ദക്ഷിണ അമേരിക്കയുടെയും തെക്കെ അറ്റങ്ങളിലുള്ള ദക്ഷിണപൂർവജലപാതയും ദക്ഷിണപശ്ചിമജലപാതയും യഥാക്രമം പോർച്ചുഗലും സ്പെയിനും സ്വന്തം കുത്തകജലപാതകളായി അവകാശപ്പെട്ടതുപോലെ, ഉത്തരപൂർവജലപാതയെ സ്വന്തമാക്കുവാൻ ഓരോ വടക്കൻ രാജ്യവും ലക്ഷ്യമിട്ടു.

പ്രാരംഭകാലാന്വേഷകരിൽ വില്യം ബാരൻസിൻെറ നാമം മുന്നിട്ടു നിൽക്കുന്നു. നോർവെയിൽ നിന്നു നേരെ വടക്കോട്ടു സഞ്ചരിച്ച ബാരൻസ് ബെയർദ്വീപും സ്പിറ്റ്സ്ബെർഗനും കണ്ടുപിടിച്ചു. രണ്ടാമത്തേത് ഗ്രീൻലാൻഡ് ആണെന്ന് അദ്ദേഹം തെറ്റിദ്ധരിച്ചിരുന്നു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ സംഘം ശൈത്യകാലം ആർട്ടിക്കിൽ ചെലവഴിക്കുവാൻ നിർബന്ധിതമായി. മടക്കയാത്രയിൽ ബാരൻസു മരിച്ചുവെങ്കിലും ആർട്ടിക്കിനും അത്ലാന്തിക്കിനുമിടയിലുള്ള കടൽ ഇന്നും അദ്ദേഹത്തിൻെറ നാമത്തിൽ അറിയപ്പെടുന്നു — ബാരൻസ് കടൽ.

ഒരുനൂറ്റാണ്ടിലേറെ കാലയളവിനു ശേഷം, മഹാനായ പീറ്ററിൻെറ ഭരണകാലത്ത് റഷ്യൻ നേവിയിൽ ഒരുദ്യോഗസ്ഥനായിരുന്ന ഡച്ചുകാരനായ വീറ്റസ് ബെറിങ് ആസൂത്രണം ചെയ്ത പര്യവേഷണങ്ങളുടെ ഒരു പരമ്പരതന്നെ റഷ്യക്കാർ സംഘടിപ്പിച്ചു. 1741-ൽ ബെറിങ് ഒരു പര്യവേക്ഷണ സംഘത്തെ ഉത്തര പസിഫിക്കിലേക്കു നയിച്ചു. റഷ്യയ്ക്കും അമേരിക്കയ്ക്കുമിടയിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന കടലിടുക്കിലൂടെ അദ്ദേഹം യാത്ര ചെയ്യുകയും അലാസ്കാ തീരത്ത് ഇറങ്ങുകയും ചെയ്തു. അദ്ദേഹത്തിൻെറ ബഹുമാനാർഥം പില്ക്കാലത്ത് ഈ കടൽ ബെറിങ് കടലിടുക്ക് എന്നു നാമകരണം ചെയ്യപ്പെട്ടു.

1798-ൽ മഹാനായ ബ്രിട്ടിഷ് അന്വേഷകനായ ക്യാപ്റ്റൻ ജെയിംസ് കുക്ക് ബെറിങ് കടലിടുക്കിലൂടെ സഞ്ചരിച്ച് സൈബീരിയൻ തീരത്തുള്ള നോർത്തു കേപ്പിൽ (ഇപ്പോൾ ഷ്മിത്തുകേപ്പ്) എത്തുകയും ചെയ്തു. ബെറിങ്ങിൻെറ അനുഭവത്തിൽ നിന്നു വ്യത്യസ്തമായി, കടലിടുക്കിൻെറ ഇരുവശ

ങ്ങളും കാണുവാൻ ക്യാപ്റ്റൻ കുക്കിനു സാധിച്ചു. ഏഷ്യാവൻ കരയും ഉത്തര അമേരിക്കൻ വൻകരയും തികച്ചും വേർപ്പെട്ടതാണെന്നു സ്ഥാപിക്കുവാൻ, തദ്വാരാ, അദ്ദേഹത്തിനു കഴിഞ്ഞു. ക്യാപ്റ്റൻ ജോൺ റോസും അദ്ദേഹത്തിൻെറ തൊട്ടടുത്ത സംഘനേതാവായ ലഫ്ടനൻറ് ഡബ്ളിയു. ഇ. പാരിയും ആർട്ടിക്കിനെ വിശദമായി സർവെ ചെയ്യുന്നതിനു ധീരമായ ശ്രമങ്ങൾ നടത്തി. റോസിൻെറ അനന്തിരവനായ ജെ.സി. റോസ് മാഗ്നറ്റിക് ധ്രുവത്തിൻെറ സ്ഥാനം ദക്ഷിണപൂർവ ബൂത്തിയാ അർധദ്വീപിലാണെന്നു സ്ഥാപിച്ചു.

വികസ്വരമായ ഈ ശാസ്ത്രീയാന്വേഷണങ്ങളുടെ ഫലമായി തിമിംഗല ബന്ധനം, കമ്പിളി എന്നിവയിൽ വിപുലമായ വ്യാപാരം വളർന്നുവന്നു. ഇംഗ്ലീഷ്, ഡച്ച്, ഡാനിഷ്, ഫ്രഞ്ച് എന്നിവരായിരുന്നു ഈ രംഗത്തെ നേതാക്കൾ. തിമിംഗല വേട്ടക്കാരിൽ ഏറ്റവും പ്രസിദ്ധരായത് വില്യം സ്കോർസ്ബികൾ ആയിരുന്നു – അച്ഛനും മകനും. ഹിമഗതാഗതത്തിന് ഉപയുക്തമായ 'കാക്കക്കൂട്' (crow's nest) തുടങ്ങിയ ഉപാധികൾ സീനിയർ സ്കോർസ്ബി കണ്ടുപിടിച്ചതാണ്. അച്ഛൻെറ മാർഗം വിജയകരമായി പിന്തുടർന്ന മകൻ ആർട്ടിക്കിനെക്കുറിച്ച് സുപ്രധാനമായ രണ്ടു പുസ്തകങ്ങൾ എഴുതി. 1806 – ൽ സ്കോർസ്ബികൾ 81°12'N വരെ എത്തുകയുണ്ടായി.

കൂടുതൽ വടക്കോട്ടുള്ള നുഴഞ്ഞുകയറ്റം അപകടകരമായിരുന്നു. അങ്ങനെ നുഴഞ്ഞുകയറിയ കപ്പലുകൾ ശൈത്യകാലത്ത് ഹിമത്താൽ ഞെരിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. പല പര്യവേഷണങ്ങൾക്കും ഭീകരമായ ഇത്തരം അന്ത്യം നേരിടേണ്ടിവന്നിട്ടുണ്ട്. പാർശ്വികമർദത്തെ അതിജീവിച്ച് മേല്പോട്ട് ഉയരുവാനും, തദ്വാരാ, ഹിമഞെരിക്കലിൽ നിന്നു രക്ഷപ്പെടുവാനും ശേഷിയുള്ള കപ്പൽ നിർമ്മിക്കുകയെന്ന ആശയം സർവകാലത്തെയും മഹാനായ ആർട്ടിക് അന്വേഷകരിൽ ഒരാളായ നോർവെയിലെ ഫിയോർഡ് നാൻസൻ ആവിഷ്കരിച്ചു. നാൻസൻെറ കപ്പലായ 'ഫ്രാം' 1893-ൽ വെള്ളത്തിലിറക്കി. നോർവെയിൽ നിന്നു പുറപ്പെട്ട കപ്പൽ കാറാകടലിൽ പ്രവേശിച്ചു. നായവണ്ടിയിൽ ധ്രുവത്തിൽ എത്താനുള്ള ശ്രമത്തിൽ, ജൽമാൻ ജോൺസനോ

ടൊപ്പം 84^{0} N - ൽ കപ്പലിൽ നിന്നു പുറപ്പെട്ട നാൻസൻ, 86^{0} 13′ യിൽ എത്തി, പുതിയ ഉത്തരപലായന റിക്കോർഡ് സ്ഥാപിച്ചു. ഹിമക്കട്ടയിൽ ഞെരിക്കപ്പെടാതെ മൂന്നു വർഷത്തോളം കപ്പൽ നീങ്ങുകയും ഒടുവിൽ 1896-ൽ സ്പിറ്റ്സ്ബർഗനു വടക്കായി ഹിമവിമുക്തമായി കരയ്ക്കടുക്കുകയും ചെയ്തു. 'ഫ്രാം' പര്യവേഷണത്തിനു ശേഷം ആർട്ടിക്ക് സമുദ്രത്തിൻെറ നിലനില്പു സംശയാതീതമായി തെളിയിക്കപ്പെട്ടു.

വിവിധരാഷ്ട്രങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള പര്യവേക്ഷണങ്ങളുടെ അടുത്തലക്ഷ്യം ഭൂപരമായ ഉത്തരധ്രുവത്തിൽ എത്തുകയായിരുന്നു. ഈ നേട്ടം കൈവരിച്ചതിൻെറ ബഹുമതിക്ക് അർഹൻ 1909-ൽ ഉത്തരധ്രുവത്തിൽ എത്തിയ അമേരിക്കക്കാരനായ റോബർട്ട് ഇ. പിയറിക്കാണ്. പിന്നീട്, വിമാനയാത്രയിലൂടെ ധ്രുവം പ്രാപിച്ച ആദ്യത്തെ വ്യക്തി റിച്ചാർഡ് ഇ. ബയേഡ് ആകുന്നു. 1926-ൽ ഫ്ലോയിഡ് ബെന്നറ്റിനോടൊപ്പം ബയേഡ് ഉത്തരധ്രുവത്തിലേക്കും തിരിച്ചും പറന്നു.

ആർട്ടിക്ക് സമുദ്രാന്വേഷണങ്ങൾക്കു വേണ്ടി സഹകരണാടിസ്ഥാനത്തിലുള്ള ശ്രമങ്ങളുമുണ്ടായി. അന്തർദേശീയ ധ്രുവവർഷം 1882 - 83-ൽ ആചരിക്കപ്പെട്ടു. ഈ കാലത്ത് ആർട്ടിക്കിൽ അങ്ങോളമിങ്ങോളം പലതരം നിരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുകയും അവയുടെ ഫലങ്ങൾ കൂട്ടായി പങ്കിടുകയും ചെയ്തു. നോർവെ, സ്വീഡൻ, ഡെൻമാർക്ക്, ഫിൻലാൻഡ്, റഷ്യ, ഹോളണ്ട്, ജർമ്മനി, ആസ്ത്രിയ, അമേരിക്ക, ബ്രിട്ടൻ എന്നീ രാജ്യങ്ങൾ പ്രസ്തുത സംരംഭത്തിൽ പങ്കെടുത്തു. കൂടുതൽ വിപുലമായ രണ്ടാം അന്തർദേശീയ ധ്രുവവർഷം ഇതേരീതിയിൽ 1932 - 33-ൽ അനുവർത്തിക്കപ്പെട്ടു.

രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധത്തിനു ശേഷം ആർട്ടിക്കിലെ ശാസ്ത്രീയഗവേഷണങ്ങൾ ഗണ്യമായി വർധിച്ചു. ലോകത്തിലെ ഏറ്റവുമധികം പഠനവിധേയമാക്കപ്പെട്ട സമുദ്രങ്ങളിൽ ഒന്ന് ആർട്ടിക്ക് ആണെന്നു പറയാം. ആർട്ടിക്കിലുണ്ടായ വ്യാപകമായ ഈ കടന്നുകയറ്റത്തിന് റഷ്യക്കാർ നേതൃത്വം നല്കി. പടുകൂറ്റൻ റഷ്യൻ ഹിമഭേദനക്കപ്പലുകൾ ഹിമാവൃതമായ ആർട്ടിക്കിൽ, അതു വെറും ഒരു റഷ്യൻ തടാകമാണെന്നരീതിയിൽ,

ഇന്നു റോന്തു ചുറ്റുന്നു. 1958-ൽ അമേരിക്കൻ ആണവമുങ്ങിക്കപ്പലായ 'നോട്ടിലസ്' ഉത്തരധ്രുവത്തിന്നടിയിലൂടെ വിജയകരമായ ജലാന്തരയാത്രകൾ നടത്തി – ശൈത്യകാലത്തും ഗ്രീഷ്മകാലത്തും. ഇന്ധനവും സമയവും ലാഭിക്കുന്നതിനായി അനേകം വാണിജ്യവിമാനക്കമ്പനികൾ ഇപ്പോൾ ആർട്ടിക്ക് ആകാശപാത ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്നു.

അൻറാർട്ടിക്ക് അന്വേഷണങ്ങൾ

ദക്ഷിണപസിഫിക്കിലെ ആദിമപോളിനേഷ്യൻ ജനങ്ങൾക്ക്, വളരെമുമ്പുതന്നെ അൻറാർട്ടിക്കയെപ്പറ്റി അറിയുമായിരുന്നിരിക്കാമെങ്കിലും, അത് ആധുനികനാഗരികമനുഷ്യൻെറ ശ്രദ്ധയാകർഷിച്ചത് ചരിത്രത്തിൽ വളരെ വൈകിയാണ്. ദക്ഷിണധ്രുവത്തിൽ ഒരു വൻകരയുടെ സാന്നിധ്യം നൂറ്റാണ്ടുകളായി സംശയിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. സംശയാതീതമായി അത് സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടപ്പോഴും അതിൻെറ വലുപ്പവും വിസ്തൃതിയും അജ്ഞാതമായിരുന്നു. ദക്ഷിണധ്രുവത്തിനു ചുറ്റുമുള്ള ഭൂഖണ്ഡമാണ് അൻറാർട്ടിക്കയെന്ന് ഇന്നു നമുക്കറിയാം. ഈ ഭൂഖണ്ഡത്തിനു ചുറ്റുമുള്ളതും 55^{0} S നു തെക്കുള്ളതുമായ ജലപ്രദേശം അൻറാർട്ടിക്ക് സമുദ്രം അഥവാ ദക്ഷിണ സമുദ്രം എന്നറിയപ്പെടുന്നു. പസിഫിക്ക്, അത്ലാന്തിക്ക്, ഇന്ത്യൻ എന്നീ സമുദ്രങ്ങളുടെ പരസ്പരം സമന്വയിക്കുന്ന ദക്ഷിണഭാഗങ്ങളുടെ സംഗമമാണ് അൻറാർട്ടിക് സമുദ്രം. 32,248,000 ച.കി.മീ. വിസ്താരവും 3701 മീറ്റർ ശരാശരി ആഴവുമുള്ള ഇതു ലോകത്തിലെ രണ്ടാമത്തെ ഏറ്റവും ചെറിയ സമുദ്രമാണ്.

അൻറാർട്ടിക്കയിലെ ആദ്യകാലാന്വേഷകരിൽ ഫ്രഞ്ചു നാവികോദ്യോഗസ്ഥനായ ജെ.ബി.സി. ബൂവറ്റ് ഡെ ലോസിയർ ആണ്. 1739-ൽ ഹിമാവൃതമായ ഒരു കടലിലൂടെ അദ്ദേഹം പ്രയാണം ചെയ്തു. 54^{0} 10'Sൽ ബൂവറ്റ് ദ്വീപിൻെറ കണ്ടുപിടിത്തത്തിലാണ് ഈ സഞ്ചാരം പര്യവസാനിച്ചത്. തുടർന്ന് 1772-ൽ കെർഗ്വേലൻ ട്രമാറെക് എന്ന വേറൊരു ഫ്രഞ്ചുകാരൻ നടത്തിയ യാത്രയിൽ കെർഗ്വേലൻ ദ്വീപുകൾ കണ്ടെത്തി. എന്നാൽ, അൻറാർട്ടിക്കാ പര്യവേക്ഷണത്തിൽ മുന്നിട്ടു

നില്ക്കുന്നത് ക്യാപ്റ്റൻ ജെയിംസ് കുക്കിന്റെ നാമമാണ്. 1772-74 കാലത്ത് അന്റാർട്ടിക്കാവൃത്തം അദ്ദേഹം നിരവധി തവണ കടക്കുകയും 1774 ജനുവരി 30 നു 71^{0} Sവരെ എത്തുകയും ചെയ്തു.

വാണിജ്യതല്പരരായ സാഹസികരും ഭാഗ്യാന്വേഷികളും അന്റാർട്ടിക്ക് പര്യവേക്ഷണങ്ങൾ ത്വരിതപ്പെടുത്തി. ക്യാപ്റ്റൻ ജയിംസ് കുക്കിന്റെ കാല്പാടുകൾ പിൻതുടർന്നു കൊണ്ടു സീലുകളെ വേട്ടയാടുന്നതിനായി അപകടകരമായ ഹിമക്കട്ടകൾ നിറഞ്ഞ, അതിശീതളമായ കടലുകളിൽ അവർ പ്രവേശിച്ചു. തങ്ങൾ സന്ദർശിച്ച പ്രദേശങ്ങളെക്കുറിച്ച് പ്രയോജനകരമായ പല വിവരങ്ങളും സീൽ വേട്ടക്കാർ ശേഖരിച്ചു. എന്നാൽ, ലാഭത്തിനുവേണ്ടി സീൽ വേട്ടക്കാർ പരസ്പരം മൽസരിച്ചതു കാരണം, ഈ വിവരങ്ങളിൽ പലതും പരമരഹസ്യമായി സൂക്ഷിക്കപ്പെട്ടു. ഈ ഘട്ടത്തെത്തുടർന്ന്, പല പാശ്ചാത്യരാജ്യങ്ങളിൽ നിന്നുമുള്ള തിമിംഗലവേട്ടക്കാർ നായാട്ടിന് അന്റാർട്ടിക്കയിലെത്തി. അന്റാർട്ടിക്ക് സമുദ്രത്തിൽ അനേകം ദ്വീപുകൾ കണ്ടെത്തിയതിന് ഉത്തരവാദികൾ തിമിംഗല വേട്ടക്കാർ ആയിരുന്നു.

1823-ൽ 160 ടൺ ഭാരമുള്ള ഇരട്ടപ്പായ്മരക്കപ്പലിന്റെ നായകത്വം വഹിച്ചുകൊണ്ട്, ഇന്ന് അദ്ദേഹത്തിന്റെ പേരിൽ അറിയപ്പെടുന്ന കപ്പലിൽ ജെയിംസ് വെസ്സൽ പ്രവേശിക്കുകയും 74^{0} Sൽ പുതിയ ഒരു ദക്ഷിണപലായന ബിന്ദുവിൽ എത്തിച്ചേരുകയും ചെയ്തു. അന്റാർട്ടിക്കാ പര്യവേക്ഷണത്തിൽ പരാമർശിക്കപ്പെടേണ്ട മറ്റൊരു പ്രധാന നാമം അമേരിക്കയിലെ ചാൾസ് വിൽക്കസിന്റെതാണ്. ദക്ഷിണ ഭൂഖണ്ഡത്തിന്റെ വലിയ ഒരു ഭാഗം ആദ്യമായി ദർശിക്കുവാനും അത് ഒരു വൻകരയുടെ ഭാഗമായിരിക്കുമെന്നു മനസ്സിലാക്കുവാനും അദ്ദേഹത്തിനു സാധിച്ചു. അദ്ദേഹത്തിന്റെ ദക്ഷിണമാഗ്നറ്റിക് ധ്രുവനിർണയവും ഏറെക്കുറെ കൃത്യമായിരുന്നു.

1839 ൽ ജെയിംസ് ക്ലാർക്ക് റോസിന്റെ നേതൃത്വത്തിൽ ഒരു പര്യവേക്ഷണസംഘത്തെ ബ്രിട്ടിഷ് ഗവൺമെൻറ് അന്റാർട്ടിക്കയിലേക്കയച്ചു. പര്യവേക്ഷണം ഒരു വൻ വിജയ

മായിരുന്നു. പില്ക്കാലത്തെ പര്യവേക്ഷണങ്ങളുടെ പ്രവേശന കവാടമായിത്തീർന്ന റോസ് കടലിനെ അദ്ദേഹം സർവെ ചെയ്തുവെന്നു മാത്രമല്ല, 78° 4′ S ൽ പുതിയ ഒരു ദക്ഷിണപലായന ബിന്ദുവിൽ അദ്ദേഹം എത്തിച്ചേരുകയും ചെയ്തു.

1874 ലെ ശുക്രസംക്രമവേളയിൽ (Transit of Venus) ഈ പ്രതിഭാസം ഏറ്റവും നിരീക്ഷ്യമായിരുന്ന കെർഗ്വേലൻ ദ്വീപിൽ അമേരിക്ക, ബ്രിട്ടൻ, ജർമ്മനി, ഫ്രാൻസ് എന്നീ രാജ്യങ്ങളുടെ പര്യവേക്ഷണസംഘങ്ങൾ ഒത്തുകൂടി. ഇതിനെത്തുടർന്ന് വിവിധ രാജ്യങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള, മിക്കവാറും യൂറോപ്പിൽ നിന്നും അമേരിക്കയിൽ നിന്നുമുള്ളവ, പര്യവേക്ഷണസംഘങ്ങൾ അൻറാർട്ടിക്കയിലേക്കയക്കപ്പെട്ടു. ബ്രിട്ടിഷ് ദേശീയ അൻറാർട്ടിക്കാ പര്യവേക്ഷണസംഘത്തെ (1901 - 04) നിയോഗിച്ചത് റോയൽ സൊസൈറ്റിയും റോയൽ ജിയോഗ്രാഫിക്ക് സൊസൈറ്റിയും സംയോജിച്ചായിരുന്നു. റോയൽ നേവിയിലെ കമഡോർ (പിന്നീട് ക്യാപ്റ്റൻ) സർ. എഫ്. സ്കോട്ട് ആയിരുന്നു പര്യവേക്ഷണ നേതാവ്. ഏതാണ്ട് ഇതേകാലത്ത് എറിക്ഫൊൺ ഒറിഗാൾസ്കിയുടെ നേതൃത്വത്തിൽ ജർമ്മൻകാർ 'ഗോസ്' പര്യവേക്ഷണം സംഘടിപ്പിച്ചു. അൻറാർട്ടിക് സമുദ്രത്തെയും അതിനപ്പുറമുള്ള വൻകരയെയും കുറിച്ച് വിശദമായ സർവെകൾ നടത്തുന്നതിന് ഈ പര്യവേക്ഷണങ്ങൾ മഹത്തായ സംഭാവന നൽകി.

ദക്ഷിണധ്രുവത്തിൽ എത്തുകയെന്ന വ്യക്തമായ ലക്ഷ്യത്തോടെ 'പുതുഭൂമി'യിലേയ്ക്ക് ക്യാപ്റ്റൻ സ്കോട്ട് വീണ്ടും ഒരു പര്യവേക്ഷണസംഘത്തെ 1910 ൽ നയിച്ചു. അതേ സമയത്ത് റൊണാൾഡ് അമുണ്ട്സൻെറ നേതൃത്വത്തിൽ 'ഫ്രാം' എന്ന കപ്പലിൽ ഒരു നോർവീജിയൻ സംഘവും അൻറാർട്ടിക്കയിൽ അന്വേഷണങ്ങൾ നടത്തുകയായിരുന്നു. 1911 ഡിസംബർ 14 ന് ആദ്യമായി ദക്ഷിണധ്രുവത്തിൽ എത്തിയത് അമുണ്ട്സൺ ആയിരുന്നു. ഏറെത്താമസിയാതെ സ്കോട്ട്, വിൽസൺ, ബോവേഴ്സ്, എൽ.ഇ.ജി. ഓട്ട്സ്, എഡ്ഗാർ ഇവാൻസ് എന്നിവരടങ്ങിയ ബ്രിട്ടിഷ് സംഘവും 1912 ജനുവരി 17 ന് അവിടെ

എത്തിച്ചേർന്നു. കാലാവസ്ഥ വളരെ മോശമായതു കാരണം ഓട്ട്സും ഇവാൻസും മടക്കയാത്രയിൽ മരണമടഞ്ഞു.

ഒന്നാം ലോകമഹായുദ്ധത്തിന്റെ ഇടവേളയ്ക്കുശേഷം, മുഖ്യമായി ദക്ഷിണജലങ്ങളിൽ സമഗ്രമായ സമുദ്രശാസ്ത്ര പഠനങ്ങൾ നടത്തുകയെന്ന ലക്ഷ്യത്തോടെ, ബ്രിട്ടിഷുഗവൺമെൻറ് 'ഡിസ്കവറി' പര്യവേക്ഷണം (1925 - 27) സംഘടിപ്പിച്ചു. ഇതിനെത്തുടർന്ന് മറ്റു പര്യവേക്ഷണങ്ങളും നടന്നു. ക്രിസ്റ്റൻസൻ (1927 - 37), വിൽക്കിൻസ് (1928 - 29), ബയേഡ് (1927 - 34), മോസൺ (1929 - 31), എൽസ്വർത്ത് (1933 - 34) തുടങ്ങിയ വിഖ്യാതർ അവർക്കു നേതൃത്വം നല്കി. അൻറാർട്ടിക്കയുടെ ചില ഭാഗങ്ങളിൽ സ്ഥിരമായ ആവാസം ആസൂത്രണം ചെയ്യുവാനും ശാസ്ത്രീയാന്വേഷണങ്ങൾ നടത്തുവാനും വേണ്ടി 1937 ൽ അമേരിക്കൻ ഗവൺമെൻറ് അൻറാർട്ടിക്ക് സർവീസ് ആരംഭിച്ചു.

രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധകാലത്ത് തെക്കൻ സമുദ്രങ്ങളിൽ ഏറെ പട്ടാളപ്രവർത്തനങ്ങൾ നടക്കുകയുണ്ടായി. തണുതണുത്ത ജല പ്രദേശങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള ധാരണ മെച്ചപ്പെടുത്തുവാൻ ഈ യുദ്ധപ്രവർത്തനങ്ങൾ പരോക്ഷമായി സഹായിച്ചു. അൻറാർട്ടിക്ക് ജലത്തിനും അതിനോട് ചേർന്ന വൻകരയ്ക്കും നല്കപ്പെട്ട നിതാന്തവും നിരന്തരവുമായ ശ്രദ്ധ കാരണം, ആ പ്രദേശത്തെക്കുറിച്ചാകെ നമ്മുടെ അറിവ് ഗണ്യമായി വർധിച്ചിരിക്കുന്നു.

എന്നാൽ, ഈ വർധിച്ച അറിവ് അൻറാർട്ടിക്കയിൽ അരോചകമായ ചില ദേശീയ അവകാശവാദങ്ങൾക്കും വഴി തുറന്നിരിക്കുന്നു. അനർഹമായ ഇത്തരം അവകാശവാദങ്ങളുമായി ഒരു ഡസനിലേറെ രാഷ്ട്രങ്ങൾ തമ്മിൽ മത്സരിച്ചു. സ്ഥലം കൈവശപ്പെടുത്താനുള്ള അവകാശവാദങ്ങൾ അത്യധികം തീക്ഷ്ണമായിത്തീർന്നതു കാരണം ഈ വിവാദങ്ങൾക്കതീതമായി ഇന്നു ബാക്കിയുള്ളത് 90° W നും 150° W നും ഇടയിലുള്ള പശ്ചിമഅൻറാർട്ടിക്കൻ പ്രദേശവും 45° E ക്കും 20° W നും ഇടയിലുള്ള പൂർവ അൻറാർട്ടിക് പ്രദേശവും മാത്രമാണ്. ഭാഗ്യവശാൽ സൂപ്പർപവറുകളായ അമേരിക്കയും റഷ്യയും അൻറാർ

ട്ടിക്കയിൽ ഭൂപരമായ അവകാശവാദങ്ങൾ ഉന്നയിച്ചിട്ടില്ല. അന്തർദേശീയ ജിയോഫിസിക്കൽ വർഷം (ഐ.ജി.വൈ. 1957 - 58) അൻറാർട്ടിക്കാ അന്വേഷണങ്ങളിൽ നിർണായക ഘട്ടത്തെ ക്കുറിച്ചു. ഐ.ജി.വൈ. ജനിപ്പിച്ചിട്ടുള്ള സഹകരണ മനോ ഭാവം കാരണം അൻറാർട്ടിക്കയെ സംബന്ധിച്ച കൂട്ടായ ഗവേഷ ണപ്രവർത്തനങ്ങൾ ഒരു വർഷത്തേക്കുകൂടി തുടരുവാൻ തീരു മാനിച്ചു. 1958 ൽ പാരീസിൽ രൂപീകൃതമായ അന്തർദേശീയ അൻറാർട്ടിക് കമ്മിറ്റി ഐ.ജി.വൈ. കാലത്തെ ഗവേഷണപ്ര വർത്തനങ്ങളുടെ ഏകോപനം സാധിച്ചു. അന്തർദേശീയ ജിയോ ഫിസിക്കൽ വർഷത്തിന് ശേഷം അൻറാർട്ടിക്കയിൽ ഇടപെട്ടി രുന്ന മറ്റു രാജ്യങ്ങളും ഭൂപരമായ അവകാശവാദങ്ങൾ ഊന്നി പ്പറഞ്ഞില്ല. 1959 ഡിസംബർ 1 ന് അൻറാർട്ടിക്കാ ഉടമ്പടി വാഷിം ഗ്ടണിൽ വച്ച് ഒപ്പിടുവാൻ ഈ നിലപാട് വഴി തെളിയിച്ചു. അൻറാർട്ടിക്കാവൻകരയിൽ അതിനകം ക്യാമ്പുസ്റ്റേഷനുകൾ സ്ഥാപിച്ചു കഴിഞ്ഞിരുന്ന 12 രാജ്യങ്ങൾ മുപ്പതുവർഷം നീണ്ടു നിൽക്കുന്ന ഉടമ്പടിയിൽ ഒപ്പു വെച്ചു. പിന്നീട്, ആറു രാജ്യങ്ങൾ കൂടി ഉടമ്പടിയിൽ പങ്കു ചേർന്നു. സ്വന്തം അന്വേഷണങ്ങളുടെ ഫലങ്ങൾ മറ്റുള്ളവരുമായി സ്വതന്ത്രമായി പങ്കിടുവാൻ ഉടമ്പ ടിയിൽ ഒപ്പിട്ട രാജ്യങ്ങൾ സ്വമേധയാ സമ്മതിച്ചു. ഏറ്റവും ദീർ ഘകാലം നീണ്ടു നിന്ന അന്തർദേശീയ സംയുക്തശാസ്ത്രീയ സംരംഭങ്ങളിൽ ഒന്നായിരുന്നു ഐ.ജി.വൈ. അൻറാർട്ടിക്കയെ ക്കുറിച്ചുള്ള തീവ്രമായ പഠനങ്ങൾ ആ പരിപാടിയുടെ ഏറ്റവും മഹത്തായ നേട്ടമായിരുന്നു. അൻറാർട്ടിക് ഉടമ്പടി പ്രകാരം ദക്ഷിണസമുദ്രവും അതിനോട് ചേർന്ന വൻകരയും സമാധാ നാവശ്യങ്ങൾക്ക് മാത്രമേ ഉപയോഗിക്കുവാൻ പാടുള്ളൂ. സൈനി കത്താവളങ്ങൾ സ്ഥാപിക്കുന്നതും അണുവായുധങ്ങൾ പരീ ക്ഷിക്കുന്നതും റേഡിയോആക്ടീവ് അവശിഷ്ടങ്ങൾ നിക്ഷേപി ക്കുന്നതും അൻറാർട്ടിക്കയിൽ നിരോധിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

അടുത്ത കാലത്ത് അനന്യലഭ്യമായ അൻറാർട്ടിക് ക്ലബ്ബിൽ ഇന്ത്യയും അംഗമായിരിക്കുന്നു. അൻറാർട്ടിക്കാ പര്യവേക്ഷ ണത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം, 1982 ജനുവരി 9 ഇന്ത്യക്ക് ഒരു സുദിനമായിരുന്നു. ഇന്ത്യാ ഗവൺമെൻറിൻെറ മുൻസമുദ്രവി

കസനവകുപ്പുസെക്രട്ടറി ആയിരുന്ന ഡോ. എസ്. ഇസഡ്. ഖാസിമിന്റെ നേതൃത്വത്തിലുള്ള ഒരു ഇന്ത്യൻ ശാസ്ത്ര സംഘം ആ ദിവസം അന്റാർട്ടിക്കയിൽ ഇറങ്ങി. പര്യവേക്ഷണത്തിന് ഇന്ത്യൻ സംഘം ഉപയോഗിച്ചത് വാടകയ്ക്ക് എടുത്ത 'പോളാർ സർക്കിൾ' എന്ന നോർവീജിയൻ കപ്പലായിരുന്നു. കപ്പലിൽ ഹെലികോപ്ടർ ഉണ്ടായിരുന്നെങ്കിലും 70°3' S, 41° 2' Eഎന്നിവയുടെ സംഗമബിന്ദുവിൽ കടലിൽ നിന്നു നേരിട്ടു കരയിലിറങ്ങുകയാണ് സംഘാംഗങ്ങൾ ചെയ്തത്. ഹിമാവൃത ഭൂഖണ്ഡത്തിലെ വാസക്കാലത്തെ ഹിമരൂപീകരണ ശാസ്ത്രം (Glaciology), ഭൂവിജ്ഞാനീയം, ഭൂകാന്തത, കാലാവസ്ഥാശാസ്ത്രം, സമുദ്രശാസ്ത്രം എന്നിവയിലെല്ലാം ഇന്ത്യൻ ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാർ ഗവേഷണം നടത്തി. തീരത്തു നിന്നും 90 കി.മീ. ഉള്ളിലോട്ടായി ഇന്ത്യൻ സംഘം ക്യാമ്പു സ്ഥാപിച്ചു. പര്യവേക്ഷണത്തിൽ നേഷണൽ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് ഓഷനോഗ്രാഫി പ്രധാന പങ്കു വഹിച്ചു. ജിയോളജിക്കൽ സർവേ ഓഫ് ഇന്ത്യ, ഇന്ത്യൻ മീറ്റിറിയോളജിക്കൽ ഡിപ്പാർട്ട്മെന്റ്, നേവൽ ഫിസിക്കൽ ലബോറട്ടറി, ഇന്ത്യൻ നേവി എന്നിവരായിരുന്നു ഈ സംരംഭത്തിൽ പങ്കെടുത്ത മറ്റു സംഘടനകൾ. ഇന്ത്യൻ സംഘം സ്ഥാപിച്ച ക്യാമ്പ് ദക്ഷിണഗംഗോത്രി എന്നു നാമകരണം ചെയ്യപ്പെട്ടു. സ്വയം പ്രവർത്തിക്കുന്ന ഒരു കാലാവസ്ഥാസ്റ്റേഷൻ, അതുവഴി കടന്നുപോകുവാൻ ഇടയുള്ള ഭാവി ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാർക്ക് ആവശ്യമായേക്കാവുന്ന ആഹാരം, മരുന്ന്, ഇന്ധനം തുടങ്ങിയവയുള്ള ഒരു അഭയസങ്കേതം എന്നിവ ഇന്ത്യൻ സംഘം ക്യാമ്പിൽ വിട്ടേച്ചു പോന്നു. കൂടാതെ ഇന്ത്യൻ ത്രിവർണപതാകയും ഇന്ത്യൻ ശ്രമത്തിന്റെ വിജയം കുറിക്കുന്ന ഒരു ചെമ്പുതകിടും ദക്ഷിണഗംഗോത്രിയിൽ സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടു. ക്യാമ്പിനാവശ്യമായ ശരിയായ സ്ഥലം കണ്ടെത്തുന്നതിന് നാവിക ഹെലികോപ്ടർ നിരവധി തവണ പറക്കുകയും ആളുകളെയും സാധനങ്ങളെയും പല തവണ ക്യാമ്പിലേക്കും തിരിച്ച് കപ്പലിലേയ്ക്കും കടത്തുകയുമുണ്ടായി. പുതിയ ഒരു ജലാന്തരമലയും ഇന്ത്യൻ സംഘം കണ്ടെത്തി. നേരത്തെ അറിയപ്പെട്ടിരുന്ന ഓബ്മല, ലീനാമല എന്നിവയ്ക്കിടയിലായി

രുന്നു പുതിയ മല. 'ഇന്ദിരാമല' എന്നാണ് ഇത് നാമകരണം ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്.

ക്രിൽപോലുള്ള പ്രോട്ടീൻ സമൃദ്ധ ആഹാരവസ്തുവിൻെറ വമ്പിച്ച ഉറവിടവും എണ്ണ, വിലപിടിച്ച ലവണങ്ങൾ എന്നിവയുടെ വിളനിലവുമാണ് അൻറാർട്ടിക്ക് സമുദ്രം എന്ന് തെളിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. അൻറാർട്ടിക്കാ അന്വേഷണങ്ങളിൽ ഇന്ത്യയുടെ പ്രവേശം നമ്മുടെ രാജ്യത്തിൻെറ ഭാവിവികസനത്തിന് നല്ല സൂചനകൾ നല്കുന്നു.

ഇന്ത്യാസമുദ്രപര്യവേക്ഷണവും മറ്റു സഹകരണയജ്ഞങ്ങളും

രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധത്തിന് ശേഷം കടലിലേക്കുള്ള മനുഷ്യൻെറ പ്രയാണം കൂടുതൽ ധീരവും കൂടുതൽ സംഘടിതവുമായിത്തീർന്നു. സമുദ്രഗവേഷണത്തെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം സഹകരണശ്രമങ്ങൾ കൂടുതൽ ഫലദായകമാണ് എന്ന വസ്തുതയും അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടു. കാരണം, അടിസ്ഥാനപരമായ സമുദ്രം അവിഭാജ്യമാണ്. ആഗോളാടിസ്ഥാനത്തിൽ സമുദ്രങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള ആധാരവിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുന്നതിൽ മറ്റൊരു പ്രാധാന യജ്ഞം രൂപം കൊള്ളുന്നതിന് ഈ അംഗീകാരം വഴി തെളിയിച്ചു. 1957-58 കാലത്തെ അന്തർദേശീയ ജിയോഫിസിക്കൽ വർഷം (ഐ.ജി.വൈ) ഇതിൻെറ ഫലമായി ആചരിക്കപ്പെട്ടു. അത്‌ലാന്തിക്ക് സമുദ്രത്തിൽ മുഴുവൻ സമ്പൂർണ സർവേ നടത്തുന്നതിന് ലോകത്തെമ്പാടുമുള്ള സമുദ്രശാസ്ത്രജ്ഞൻമാർ ആ കാലത്ത് യോജിച്ച് പ്രവർത്തിച്ചു. 1957 ൽ ഒരു ബ്രിട്ടിഷ് കപ്പലും മൂന്ന് അമേരിക്കൻ കപ്പലുകളും തെക്കു വടക്കായി അത്‌ലാന്തിക് സമുദ്രത്തിൽ അനേകം യാത്രകൾ നടത്തി. നേരത്തെ 'മീററിയോർ' കടന്നു പോയിരുന്ന പാതകളും ഗവേഷണസ്റ്റേഷനുകളും ഐ.ജി.വൈ. സർവേ യാത്രകളിൽ മേൽപ്പറഞ്ഞ കപ്പലുകൾ ആവർത്തിച്ചു. 'വിത്യാസ്', 'അക്കാദമിക്ക് കുർച്ചടോവ്' എന്നീ ഭീമാകാര കപ്പലുകളോടെ സമുദ്രശാസ്ത്രരംഗത്ത് റഷ്യക്കാർ പ്രവേശിച്ചതും ഈ കാലത്ത് തന്നെ. മറ്റു യൂറോപ്യൻ രാജ്യങ്ങളും ഐ.ജി.വൈ. യിൽ സജീ

വമായി പങ്കെടുത്തു. അറ്റ്ലാന്തിക് സമുദ്രത്തിൻെറ ആദ്യത്തെ സമഗ്രമായ അറ്റ്ലസ് പ്രസിദ്ധീകരിക്കുവാൻ സാധിച്ചുവെന്നത് ഈ സംയുക്ത ശ്രമത്തിൻെറ സുപ്രധാന ഫലങ്ങളിൽ ഒന്നായിരുന്നു.

ആഗോളാടിസ്ഥാനത്തിൽ ഏറ്റെടുത്ത വേറൊരു മുഖ്യ സഹകരണസംരംഭം അന്തർദേശീയ ഇന്ത്യാസമുദ്രപര്യവേക്ഷണം (ഐ.ഐ.ഓ.ഇ) ആയിരുന്നു. യുനെസ്കോയും അന്തർദേശീയ സമുദ്രശാസ്ത്ര കമ്മിഷനും കൂട്ടായാണ് ഇതിന് നേതൃത്വം നല്കിയത്. ഉത്തരദക്ഷിണധ്രുവങ്ങളുമായി സ്വതന്ത്രജലവിനിമയമുള്ള അത്ലാന്തിക്, പസിഫിക് എന്നിവയിൽ നിന്നു വിഭിന്നമായ ഇന്ത്യാസമുദ്രം കരകളാൽ ആവൃതമാണ്. (ദക്ഷിണധ്രുവവുമായി മാത്രമേ അതിന് സ്വതന്ത്ര വിനിമയമുള്ളൂ.) തന്നിമിത്തം, അതിന് അനേകം പ്രത്യേകതകളുണ്ട്. വർഷത്തിൽ രണ്ടു തവണ വിപരീത ദിശയിൽ വീശുന്ന വാതനീക്കം (കാലവർഷക്കാറ്റുകൾ) ഈ പ്രത്യേകതകളിൽ ഏറ്റവും പ്രധാനമായതാണ്. അതുവരെ ഇന്ത്യാസമുദ്ര പഠനത്തിൽ കാണിച്ച അവഗണനയെ തിരുത്തുവാൻ അനേകം രാജ്യങ്ങളുടെ സമേകീകൃതവും സംഘടിതവുമായ ശ്രമങ്ങളിലൂടെ മാത്രമേ സാധിക്കുകയുള്ളുവെന്ന് പൊതുവെ അനുഭവപ്പെട്ടിരുന്നു.

ഐ.ഐ.ഒ.ഇ. ആരംഭിക്കുന്നതു വരെ, മറ്റു സമുദ്രങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് ഏറ്റവും കുറച്ചുമാത്രം പഠന വിധേയമാക്കപ്പെട്ടത് ഇന്ത്യാസമുദ്രമായിരുന്നു. എന്നാൽ, ഇന്ത്യാസമുദ്രപഠനങ്ങളിൽ വമ്പിച്ച മുന്നേറ്റം കൈവരിക്കുവാൻ പര്യവേക്ഷണം ഹേതുകമായി. ഈ അന്തർദേശീയ സംരംഭത്തിൽ ഇന്ത്യയടക്കം 20 രാജ്യങ്ങളും 38 കപ്പലുകളും വലിയ ഒരു സംഘം ഗവേഷകരും പങ്കെടുത്തു. 1961 മുതൽ 1965 വരെയായിരുന്നു പരിപാടി. ഇന്ത്യൻ പങ്കാളിത്തം 1962 സെപ്തംബർ മുതൽ 1965 ഡിസംബർ വരെ നീണ്ടുനിന്നു.

രാജ്യത്തിലെ വിവിധ സർവകലാശാലകളിൽ നിന്നും ഗവേഷണാലയങ്ങളിൽ നിന്നും തിരഞ്ഞെടുക്കപ്പെട്ട ഇന്ത്യൻ സംഘത്തിൻെറ പ്രവർത്തനങ്ങളെ നിയന്ത്രിച്ചത് സമുദ്രഗവേഷണത്തിന് വേണ്ടിയുള്ള ഇന്ത്യൻ ദേശീയസമിതിയായിരുന്നു.

വിവിധ ഗവേഷണപരിപാടികൾ നടത്തുന്നതിന് നാല് ഇന്ത്യൻ ഗവേഷണക്കപ്പലുകൾ സജ്ജമാക്കപ്പെട്ടു. ഇതിൽ ഏറ്റവും വലുതായ 'ഐ.എൻ.എസ്. കൃഷ്ണ' ഇന്ത്യൻ നേവിയുടെ 90 മീറ്റർ നീളമുള്ള യുദ്ധക്കപ്പൽ ആയിരുന്നു. സമുദ്രശാസ്ത്രഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തുന്നതിനായി കപ്പലിൽ ആവശ്യമായ മാറ്റങ്ങൾ വരുത്തി. 'ആർ.വി. വരുണ' (ഇൻറഗ്രേറ്റഡ് ഫിഷറീസ് പ്രൊജക്ട്, കൊച്ചി), 'ആർ.വി. കൊംക് ' (കൊച്ചിൻ യൂണിവേഴ്സിറ്റി), 'എഫ്.വി. ബാംഗ്ഡ' (കേന്ദ്ര കൃഷിവകുപ്പ്) എന്നിവ 'കൃഷ്ണ'യുമായി താരതമ്യപ്പെടുത്തുമ്പോൾ ചെറുതായിരുന്നു. എങ്കിലും സമുദ്രാന്വേഷണങ്ങൾക്ക് അവയും തികച്ചും സജ്ജമായിരുന്നു. അന്തർദേശീയ ഇന്ത്യാസമുദ്രപര്യവേക്ഷണത്തിൽ പങ്കെടുക്കുവാനും 'ഐ.എൻ.എസ്. കൃഷ്ണ', 'ആർ.വി കൊംക്' എന്നീ കപ്പലുകളിൽ ഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തുവാനും ഈ ലേഖകന് ഭാഗ്യം ലഭിച്ചിരുന്നു.

സർവതോന്മുഖവും സമേകീകൃതവുമായ ഒരു ഗവേഷണപരിപാടി ഇന്ത്യൻ സംഘം പൂർത്തിയാക്കി. സമുദ്രശാസ്ത്രത്തിൻെറ വിവിധവശങ്ങൾ മാത്രമല്ല, വിശദമായ കാലാവസ്ഥാപഠനങ്ങളും ഇന്ത്യൻസമുദ്രപരിസ്ഥിതിയിലെ റേഡിയോ പ്രസരണപ്രവർത്തനങ്ങളും ഇന്ത്യൻ സംഘം ഏറ്റെടുക്കുകയുണ്ടായി. ഐ.ഐ.ഒ.ഇ.യിലെ പങ്കാളിത്തം ഇന്ത്യക്കു വളരെയേറെ ഗുണം ചെയ്തിട്ടുണ്ട്. അന്തർദേശീയ സമുദ്രശാസ്ത്രവുമായി രാജ്യത്തിന് ഇടപഴകുവാൻ സാധിച്ചതിൻെറ പ്രത്യക്ഷഫലവും കാലികമായ ആവശ്യത്തോടുള്ള രാജ്യത്തിൻെറ ഒരു പ്രതികരണവുമായിരുന്നു പനാജി (ഗോവ)യിലെ നേഷണൽ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് ഓഷനോഗ്രാഫിയുടെ (എൻ.ഐ.ഓ) സ്ഥാപനം. സുശിക്ഷിതരായ സമുദ്രശാസ്ത്രജ്ഞൻമാരുടെ ഒരു പ്രവർത്തനകേന്ദ്രം സ്ഥാപിച്ചെടുക്കുന്നതിൽ അന്തർദേശീയ ഇന്ത്യാസമുദ്ര പര്യവേക്ഷണം സഹായകമായി. സി.എസ്.ഐ.ആറിൻെറ (കൗൺസിൽ ഓഫ് സയൻറിഫിക് ആൻഡ് ഇൻഡസ്ട്രിയൽ റിസർച്ച്) കീഴിൽ 1966ൽ ദേശീയസമുദ്രശാസ്ത്ര ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് (എൻ.ഐ.ഓ.) സ്ഥാപിതമായി. തുടർന്നുണ്ടായ വികസനത്തിൻെറ ഫലമായി ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിൽ

ഇപ്പോൾ ഏഴു ഡിവിഷനുകളുണ്ട്: ഭൗതികസമുദ്രശാസ്ത്രം, രാസസമുദ്രശാസ്ത്രം, ജൈവസമുദ്രശാസ്ത്രം, ഭൂപരവും ഭൂഭൗതികവുമായ സമുദ്രശാസ്ത്രം, സമുദ്രയന്ത്രോപകരണവികാസം, സമുദ്രസാങ്കേതികവിദ്യ, ആസൂത്രണവും ആധാരവിവരപ്രക്രിയനവും എന്നിവയാണ് ഡിവിഷനുകൾ. ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിന് ഏതാനും, പ്രാദേശിക കേന്ദ്രങ്ങളും യൂണിറ്റുകളുമുണ്ട്. 'ആർ. വി. ഗവേഷിണി' എന്ന ഗവേഷണക്കപ്പലും, ഏറ്റവും ആധുനികമായ സമുദ്രശാസ്ത്ര ഉപകരണങ്ങളും, ഗതാഗതത്തിനും വാർത്താവിനിമയത്തിനുമുള്ള വ്യവസ്ഥിതികളും 1990 ടൺ ഭാരമുള്ള ഈ കപ്പൽ സജ്ജമാക്കിയിട്ടുണ്ട്. കൃത്യമായ സ്ഥാനനിർണയത്തിനുതകുന്ന ഉപഗ്രഹ ആശയവിനിമയ വ്യവസ്ഥ (SATNAV) ഇതിൽപ്പെടുന്നു.

ഇന്ത്യൻ സമുദ്രശാസ്ത്രം

ഇന്ത്യയിലെ സമുദ്രശാസ്ത്രഗവേഷണത്തിന്റെ ചരിത്രം ഹ്രസ്വമായി ഇവിടെ സ്പർശിക്കാം. കൽക്കത്തയിലെ ഇന്ത്യൻ മ്യൂസിയത്തിൽ ഓഫീസറായിരുന്ന ഡോ. ജെ. വുഡ്മേസനെ 1871 ൽ അന്തമാൻ ദ്വീപു സമൂഹത്തിലേക്ക് അയച്ചു – അവിടുത്തെ ജന്തുജാലത്തെയും സസ്യജാലത്തെയും കുറിച്ച് പഠിക്കുവാൻ. ഇന്ത്യൻ കടലുകളിൽ ബ്രിട്ടിഷ് ഭരണകാലത്തുണ്ടായ പ്രാമാണികമായ ആദ്യത്തെ സമുദ്രശാസ്ത്രപഠനമാണിത്. 1872 ൽ കൽക്കത്ത ആസ്ഥാനമാക്കി 'മറീൻ സർവേ ഓഫ് ഇന്ത്യ' സ്ഥാപിതമായി. നേരത്തെ സൂചിപ്പിച്ച മഹത്തായ 'ചാലഞ്ചർ' പര്യവേക്ഷണം ഇതേ കാലത്താണ് നടത്തപ്പെട്ടത് എന്നും ഓർമ്മിക്കേണ്ടതുണ്ട്. 1881 ൽ 'ആർ.ഐ.എം.എസ്. ഇൻവെസ്റ്റിഗേറ്റർ' എന്ന 580 ടൺ ഭാരമുള്ള സർവെക്കപ്പൽ കടലിലിറക്കുകയും മറീൻ സർവെ ഓഫ് ഇന്ത്യക്ക് കൈമാറുകയും ചെയ്തു. 1908 ൽ ഇൻവെസ്റ്റിഗേറ്റർ I നെ പിൻവലിച്ച് പകരം ഇൻവെസ്റ്റിഗേറ്റർ II നെ കടലിലിറക്കി. 1078 ടൺ ഭാരവും വളരെക്കൂടുതൽ വേഗതയും ഇതിനുണ്ടായിരുന്നു. 1910 ൽ കേണൽ ആർ. ബി. എസ്. സെവൽ, സർജൻ നേച്ചുറാലിസ്റ്റ് ആയി ചാർജെടുത്തു. സെവലിന്റെ അതിവിപുലമായ അന്വേ

ഷണങ്ങളെത്തുടർന്നാണ് ഇന്ത്യൻ സമുദ്രശാസ്ത്രം ജന്മം കൊണ്ടത് എന്ന് പറയാം. ഇന്ത്യൻ സമുദ്രശാസ്ത്രത്തിൻെറ പിതാവായി സെവലിനെ കരുതുകയും ചെയ്യാവുന്നതാണ്. സെവൽ ശേഖരിച്ച ആധികാരിക വിവരങ്ങൾ ഇന്ത്യക്കു ചുറ്റുമുള്ള കടലുകളുടെ ജീവശാസ്ത്രപരവും രാസപരവും ഭൗതികവും കാലാവസ്ഥാപരവും ആയ വശങ്ങളെക്കുറിച്ച് ഇന്നും അടിസ്ഥാനപരമായ അറിവ് പ്രദാനം ചെയ്യുന്നു. ഒന്നാം ലോകമഹായുദ്ധകാലത്ത് അന്വേഷണങ്ങൾ നിർത്തിവച്ചുവെങ്കിലും യുദ്ധാനന്തരം അവ ആവർത്തിക്കുകയും 1926 വരെ തുടരുകയും ചെയ്തു. ഈ അന്വേഷണഫലങ്ങൾ നമ്മുടെ രാജ്യത്തിലെ മൗലിക സമുദ്രശാസ്ത്രസാഹിത്യമായി കരുതപ്പെടുന്നു. (ഇന്ത്യൻ മ്യൂസിയത്തിൻെറയും റോയൽ ഏഷ്യാറ്റിക് സൊസൈറ്റിയുടെയും ആനുകാലിക പ്രസിദ്ധീകരണങ്ങൾ ഇവ പ്രസിദ്ധീകരിച്ചു).

ഇന്ത്യൻ കടലുകളിലൂടെ കടന്നുപോയ ഡാണാപര്യവേക്ഷണം (1928 - 30), ജോൺമുറേ പര്യവേക്ഷണം (1933) ഗലാത്തിയാ പര്യവേക്ഷണം (1950 - 52) തുടങ്ങിയ സുപ്രശസ്ത പര്യവേക്ഷണസംഘങ്ങളിൽ പങ്കെടുത്തുകൊണ്ട് ഇന്ത്യൻ കടലുകളിലൂടെ കടന്നു പോയ മറ്റനേകം കപ്പലുകളും ഗണനീയമായ സമുദ്രശാസ്ത്രവിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുകയുണ്ടായി. ഈ അന്വേഷണ ഫലങ്ങൾ അനേകം വാല്യങ്ങളിലായി അതതു സമയത്തു പ്രസിദ്ധീകരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

സ്വാതന്ത്ര്യത്തിനു ശേഷം കേന്ദ്ര കടൽ-മത്സ്യ ഗവേഷണ ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് (സി.എം.എഫ്.ആർ.ഐ, ആദ്യം മണ്ഡപത്തും ഇപ്പോൾ കൊച്ചിയിലും), കൊച്ചിയിലെ നേവൽ ഓഷ്യനോഗ്രാഫിക് ലബോറട്ടറി തുടങ്ങിയ ഏതാനും സ്ഥാപനങ്ങൾ ആരംഭിച്ചതോടെ സമുദ്രാന്വേഷണങ്ങൾക്ക് ഒരു നവജീവൻ കൈവന്നു. സമുദ്രശാസ്ത്രത്തിൻെറ ഭൗതികവശങ്ങളെക്കുറിച്ച് ഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തുന്നതിനായി സെൻട്രൽ ബോർഡ് ഓഫ് ജിയോഫിസിക്സ് ഒരു ഭൗതികസമുദ്രശാസ്ത്ര വിഭാഗം പ്രത്യേകം സംഘടിപ്പിച്ചു. ആന്ധ്ര, കേരളം, കൊച്ചി, അണ്ണാ

മലൈ തുടങ്ങിയ പേരുകളിലുള്ള സർവകലാശാലകളിലും സമുദ്രശാസ്ത്രവിഷയകമായ പഠനങ്ങൾ നടത്തുന്നതിന് സവിശേഷവൽക്കൃതവകുപ്പുകൾ സംഘടിതമായിട്ടുണ്ട്. സമുദ്രശാസ്ത്രത്തിന്റെ വിവിധ വശങ്ങളെക്കുറിച്ച് ബിരുദാനന്തര കോഴ്സുകളും ഗവേഷണങ്ങളും നടത്തുന്നതിന് ഒരു ഡസനോളം സർവകലാശാലകളും ഇന്നു. നമുക്കുണ്ട്. കൂടാതെ, നേരത്തെ പരാമർശിച്ച, ദേശീയ സമുദ്രശാസ്ത്ര ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട്, കേന്ദ്ര കടൽ-മത്സ്യഗവേഷണഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് എന്നിവയ്ക്ക് പുറമേ, വിഭിന്ന സമുദ്രശാസ്ത്രശാഖകളിൽ ഭാഗികമായോ പൂർണമായോ പഠനഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഓ.എൻ.ജി.സി. ഉൾപ്പെടെയുള്ള നിരവധി സ്ഥാപനങ്ങൾ വേറെയുമുണ്ട്.

അടുത്ത കാലത്തായി, പ്രധാനമന്ത്രിയുടെ നേരിട്ടുള്ള നിയന്ത്രണത്തിൽ സമുദ്രവികസനവകുപ്പ് (ഡി.ഓ.ഡി.) ഇന്ത്യാ ഗവൺമെന്റ് ആരംഭിച്ചിട്ടുണ്ട്. രാജ്യത്തിലെ വിഭിന്ന ഏജൻസികൾ ഏറ്റെടുത്തു നടത്തുന്ന വിവിധ സമുദ്രശാസ്ത്ര ഗവേഷണങ്ങളെ ഏകോപിപ്പിക്കുവാനും സമുദ്ര വിഭവങ്ങളിൽ അധിഷ്ഠിതമായ വികസനപ്രവർത്തനങ്ങൾക്കു പൊതുവായ മാർഗനിർദേശവും ധനസഹായവും നല്കുവാനും ഈ വകുപ്പു പരിശ്രമിക്കുന്നു.

3

സമുദ്രങ്ങൾ – ഭൂവിജ്ഞാനീയ - ഭൂഭൗതിക ഘടകങ്ങൾ

ഭൂതലത്തിൻെറ ഏതാണ്ട് നാലിൽ മൂന്നു ഭാഗവും ജലനിരപ്പാണെന്ന് നേരത്തെ പ്രസ്താവിച്ചുവല്ലോ. വാസ്തവത്തിൽ, നമ്മുടെ ഗോളം ഒരു ജലഗ്രഹമാകുന്നു. നാം അധിവസിക്കുന്ന വൻകരകളാണെങ്കിൽ അപാരമായ ഈ ജലപ്പരപ്പിൽ പൊങ്ങിനിൽക്കുന്ന വെറും ദ്വീപുകളും. സ്വന്തം സൗകര്യത്തിനായി ഈ ജലരാശിയെ പ്രത്യേക സമുദ്രങ്ങളായി മനുഷ്യൻ ഇനം തിരിച്ചു. വൻകരകളുടെ സ്ഥാനം, അവസ്ഥ എന്നിവയുമായി ബന്ധപ്പെടുത്തിയാണ് സമുദ്രങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള അതിർത്തികൾ നിർണയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുള്ളത്. താഴെപ്പറയുന്ന സമുദ്രങ്ങൾ അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു (ചിത്രം 2, പട്ടിക I)

പട്ടിക I

അഞ്ചു സമുദ്രങ്ങളും, അവയുടെ വിസ്തൃതി, ശരാശരി ആഴം എന്നിവയും

സമുദ്രം	*വിസ്തൃതി (ച.കി.മീ.യിൽ)*	*ശരാശരി ആഴം (മീറ്ററിൽ)*
അത്ലാന്തിക്	105,229,900	3,920
പസിഫിക്	177,597,900	4,280
ഇന്ത്യൻ	74,049,290	3,950
ആർട്ടിക്	13,926,900	1,200
അൻറാർട്ടിക് അഥവാ തെക്കൻ	32,248,000	3,701

സമുദ്ര ഭാഗം
ഓര ഭാഗം
പെലാജിക് മണ്ഡലം
1
2
കരയോരം
ബെന്തിക് മണ്ഡലം
കരച്ചെരുവ്
അഗാധത
ആദി ബെന്തിക്
അഗാധ ബെന്തിക്
3
4
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
2000

1. ഉപരി പെലാജിക്
2. മധ്യ പെലാജിക്
3. അഗാധ പെലാജിക്
4. അത്യഗാധ പെലാജിക്

ചിത്രം–2 സമുദ്രത്തറകളുടെയും ജലപിണ്ഡത്തിന്റെയും ഭാഗങ്ങൾ. ആഴം, പ്രകാശപ്രവേശം തുടങ്ങിയവയെ ആസ്പദമാക്കി ജലത്തറയെ കരയോരം, കരച്ചെരുവ്, അഗാധത എന്നിങ്ങനെ വിഭജിച്ചിരിക്കുന്നു. സമുദ്രജലപിണ്ഡത്തിന്റെ ഭാഗങ്ങളും സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

എല്ലാ സമുദ്രങ്ങളിലെയും ജലങ്ങൾ പരസ്പരം ബന്ധപ്പെട്ടതാണെന്നു മാത്രമല്ല, അവയിലെ ജലവും ജീവികളും നിർജീവവസ്തുക്കളും സ്വതന്ത്രമായി വിനിമയം ചെയ്യപ്പെടുന്നുമുണ്ട്. എന്നാൽ, സവിശേഷമായ സ്ഥാനവും സമീപസ്ഥമായ കരഭാഗങ്ങളോടുള്ള ബന്ധവും കാരണം ഓരോ സമുദ്രവും അതിന്റേതായ പ്രത്യേകതകൾ കാഴ്ച വെക്കുന്നു. ജലചംക്രമണം, താപം, ലവണത, അടിത്തറാകാരങ്ങൾ, സസ്യ - ജന്തുജാലങ്ങൾ, ചുറ്റുമുള്ള കരയുടെ മേൽ കടലിന്നുള്ള സ്വാധീനം തുടങ്ങിയ സമുദ്രസ്വഭാവത്തിന്റെ സർവ വശങ്ങളും ഇതിൽ ഉൾപ്പെടുന്നു.

സമുദ്രം എന്നതിന്നു പുറമെ കടൽ, ഉൾക്കടൽ, കടലിടുക്ക് തുടങ്ങിയ പദങ്ങളും നാം ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടല്ലോ. കരയ്ക്ക് സമീപമായോ കരയാൽ ആവൃതമായോ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന സമുദ്രഭാഗങ്ങളെ സൂചിപ്പിക്കുവാനാണ് ഈ പദങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ഓരോ പ്രമുഖ സമുദ്രത്തിന്റെയും അനുബന്ധമായി ഇത്തരം നിരവധി ചെറുഘടകങ്ങൾ അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഉദാഹരണമായി, ഇന്ത്യക്കു ചുറ്റുമുള്ള കടലുകൾ (അറബിക്കടൽ, ലക്ഷദ്വീപുകടൽ, കച്ച് ഉൾക്കടൽ, മന്നാർ ഉൾക്കടൽ, പാക്ക് കടലിടുക്ക്, ബംഗാൾ ഉൾക്കടൽ, അന്തമാൻ കടൽ) അടിസ്ഥാനപരമായി ഇന്ത്യാസമുദ്രവക്കിലുള്ള ജലസംഭരണികളാണ്. പൊതുവിൽ പറഞ്ഞാൽ ഉൾക്കടലുകൾ, കടലുകൾ, കടലിടുക്കുകൾ എന്നിവയുടെ ലക്ഷണങ്ങൾ അവ ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്ന പ്രമുഖ സമുദ്രത്തിന്റെ ലക്ഷണങ്ങൾ തന്നെയാണ്.

സമുദ്രങ്ങളുടെ ഉല്പത്തി

സമുദ്രങ്ങൾ ഉദ്ഭവിച്ചിട്ട് 300 കോടി സംവത്സരങ്ങളും ഭൂമി രൂപംപ്രാപിച്ചിട്ട് 500 കോടി സംവത്സരങ്ങളുമായി എന്നു ഭൂവിജ്ഞാനീയർ വിശ്വസിക്കുന്നു. വാത-മേഘ പരികല്പന എന്ന ഉൽപത്തിസിദ്ധാന്തപ്രകാരം (ബഹുഭൂരിഭാഗം ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും ഇന്ന് ഈ സിദ്ധാന്തം സ്വീകരിച്ചിരിക്കുന്നു) പ്രാകൃതാവസ്ഥയിലുണ്ടായിരുന്ന വാത-ചുഴലി മേഘങ്ങൾ

സൂര്യനും അതിന്റെ ഗ്രഹങ്ങൾക്കും ഏതാണ്ട് ഒരേ സമയത്ത് ജന്മം നല്കി. എന്നാൽ, അതിഭീമമായ വലുപ്പമുള്ള സൂര്യനു മാത്രമേ ജ്വലിച്ചു നില്ക്കുന്നതിനു വേണ്ടത്ര താപം ഉത്പാദിപ്പിക്കുവാനും നക്ഷത്രമായിത്തുടരുവാനും സാധിച്ചുള്ളൂ. കത്തിജ്വലിച്ചുകൊണ്ടിരുന്ന ഈ കേന്ദ്രമർമ്മത്തിന്നു ചുറ്റും കറങ്ങിക്കൊണ്ടിരുന്ന ഗ്രഹങ്ങൾ വിവിധ അളവിൽ ക്രമേണ തണുത്തു തുടങ്ങി. നമ്മുടെ ഭൂമിയുടെ ജനനം കുറിച്ചത് ഈ പ്രക്രിയയാണ്.

തുടക്കത്തിൽ സമുദ്രം ഒന്നും ഉണ്ടായിരുന്നില്ല. സുദീർഘമായ ശീതനവേളയിലാണു സമുദ്രങ്ങൾ രൂപീകൃതമായത്. ഭൂതലത്തിലെ താപം 100°C ക്കു മേലെ ആയിരുന്ന കാലത്തോളം ബാഷ്പരൂപത്തിൽ മാത്രമേ വെള്ളത്തിനു നിലനില്ക്കാൻ സാധിച്ചുള്ളു. അതിഭീമമായ ഒരു മേഘമായി ബാഷ്പം ഭൂതലത്തെയാകെ ആവരണം ചെയ്തു. ഉപരിതലത്തിലെ താപാവസ്ഥ ക്രമേണ കുറഞ്ഞതോടെ അന്തരീക്ഷ നീരാവി ഘനീഭവിക്കുകയും മഴയായി പെയ്തു തുടങ്ങുകയും ചെയ്തു. പെയ്ത സ്ഥലത്തു നിന്ന് വിലേയമായ വസ്തുക്കളെയും പേറി ഒഴുകിയ വെള്ളം ഭൂതലത്തിൽ കുഴിഞ്ഞ സ്ഥലങ്ങളിൽ തളം കെട്ടിത്തുടങ്ങി. എന്നാൽ, ഉപരിതലത്തിനുള്ളിലെ പാറകൾ അപ്പോഴും ചുട്ടുപഴുത്തിരുന്നതു കാരണം, കുഴികളിലെത്തിയ വെള്ളത്തിന്റെ ഭൂരിഭാഗവും അപ്പപ്പോൾതന്നെ നീരാവിയായി മാറുകയും അന്തരീക്ഷത്തിൽ അപ്രത്യക്ഷമാവുകയും ചെയ്തു. ഈ ചാക്രികപ്രക്രിയ ലക്ഷോപലക്ഷം വർഷങ്ങളായി തുടർന്നു. പ്രാകൃതാവസ്ഥയിലെങ്കിലും സമുദ്രം രൂപീകൃതമായത് അതിനുശേഷമാണ്. പലതവണ ഗതിമാറിയൊഴുകിയ അനേകായിരം നദികൾ അളവില്ലാത്ത വിലയിത പദാർഥങ്ങൾ ഭൂതലങ്ങളിൽ നിന്നാകെ സമുദ്രങ്ങളിലേയ്ക്കു നിരന്തരം കൊണ്ടുവന്നു. ബാഷ്പീകരണം തുടർച്ചയായി നടക്കുകയും, തദ്വാരാ, നീരാവിരൂപത്തിൽ ലവണരഹിതമായ ജലം എല്ലായ്പ്പോഴും കടലുകളിൽ നിന്നു നീക്കപ്പെടുകയും ചെയ്തു. അതേസമയം, സദാ ഒഴുകിയെത്തിയ നദികൾ ലവണ പദാർഥങ്ങളെ അനുസ്യൂതം കടലുകളിലേക്കു കൊണ്ടുവന്നു.

ഇതിന്റെ ഫലമായി തളംകെട്ടി നിന്ന വെള്ളത്തിന്റെ ലവണതയിൽ ക്രമാനുഗതമായ വർധനയുണ്ടായിത്തീർന്നു. ഇന്നത്തെ അളവിൽ കടൽവെള്ളത്തിനു ലവണത വന്നുചേരുവാൻ ലക്ഷോപലക്ഷം വർഷങ്ങൾ വേണ്ടിവന്നുവെന്നു ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ വിശ്വസിക്കുന്നു.

കടൽത്തറകളുടെ ചരിത്രം കുറെക്കൂടി സങ്കീർണമാണ്. ഇന്നു പരക്കെ അറിയപ്പെടുന്നതുപോലെ, ഭൂമിയുടെ പുറംപാളിയിൽ ഗണനീയമായ പല മാറ്റങ്ങളും നടന്നിരുന്നു. സമുദ്രപുറംപാളിയിലെ മന്ദമായ ഈ സ്ഥാനചലനം കാരണം പുത്തൻ മലകൾ ഉയർത്തപ്പെടുകയും ഗർത്തങ്ങൾ ഉണ്ടായിവരികയും ചെയ്തു. സമുദ്രത്തറകളുടെ ആകാരത്തിലും അതിർരേഖകളിലും, തന്നിമിത്തം, എണ്ണമറ്റ മാറ്റങ്ങൾ വന്നുചേർന്നു.

നമ്മുടെ വൻകരകൾ ഇന്നും പരിവർത്തന പ്രക്രിയകൾക്ക് വിധേയമായിക്കൊണ്ടിരിക്കുകയാണ് എന്ന് ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാർ ചൂണ്ടിക്കാണിക്കുന്നു. എന്നാൽ, ഭൂപരിണാമത്തിലെ മറ്റെല്ലാ പ്രക്രിയകളെയും പോലെ ഈ പ്രക്രിയയും അത്യന്തം മന്ദമായതിനാൽ നമ്മുടെ നിത്യജീവിതത്തിൽ അതു ശ്രദ്ധിക്കപ്പെടുന്നില്ല.

സമുദ്രത്തറ കരയുടെ തുടർച്ചതന്നെയാണ്. പക്ഷേ ശാശ്വതമായി അതു വെള്ളത്താൽ മൂടപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അടുത്ത കാലം വരെ സമുദ്രത്തറയെക്കുറിച്ച്, പരിമിതമായ പ്രത്യക്ഷ വിവരങ്ങൾ മാത്രമേ മനുഷ്യന്ന് ആർജ്ജിക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞിരുന്നുള്ളൂ. യഥാർഥത്തിൽ, വിവിധസ്ഥലങ്ങളിലെ ആഴം കണ്ടുപിടിക്കുവാൻ പോലും, അവിടങ്ങളിൽ ഈയക്കട്ടയോ ഇരുമ്പുകട്ടയോ ചരടിൽ കെട്ടിത്താഴ്ത്തി ചരടിന്റെ നീളം അളക്കുക മാത്രമായിരുന്നു പോംവഴി. സമീപസ്ഥമായ പ്രദേശങ്ങൾക്കും ഇതേ ആഴമായിരിക്കണം എന്ന് ഇത്തരം യാന്ത്രികമാപനങ്ങളിൽ നിന്ന് അവർ അനുമാനിച്ചു. സമുദ്രത്തറാകാരത്തിന്റെ പ്രകൃതം ഇത്തരം യുക്തിസഹനിഗമനങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ രൂപപ്പെടുത്തേണ്ടിയിരുന്നു.

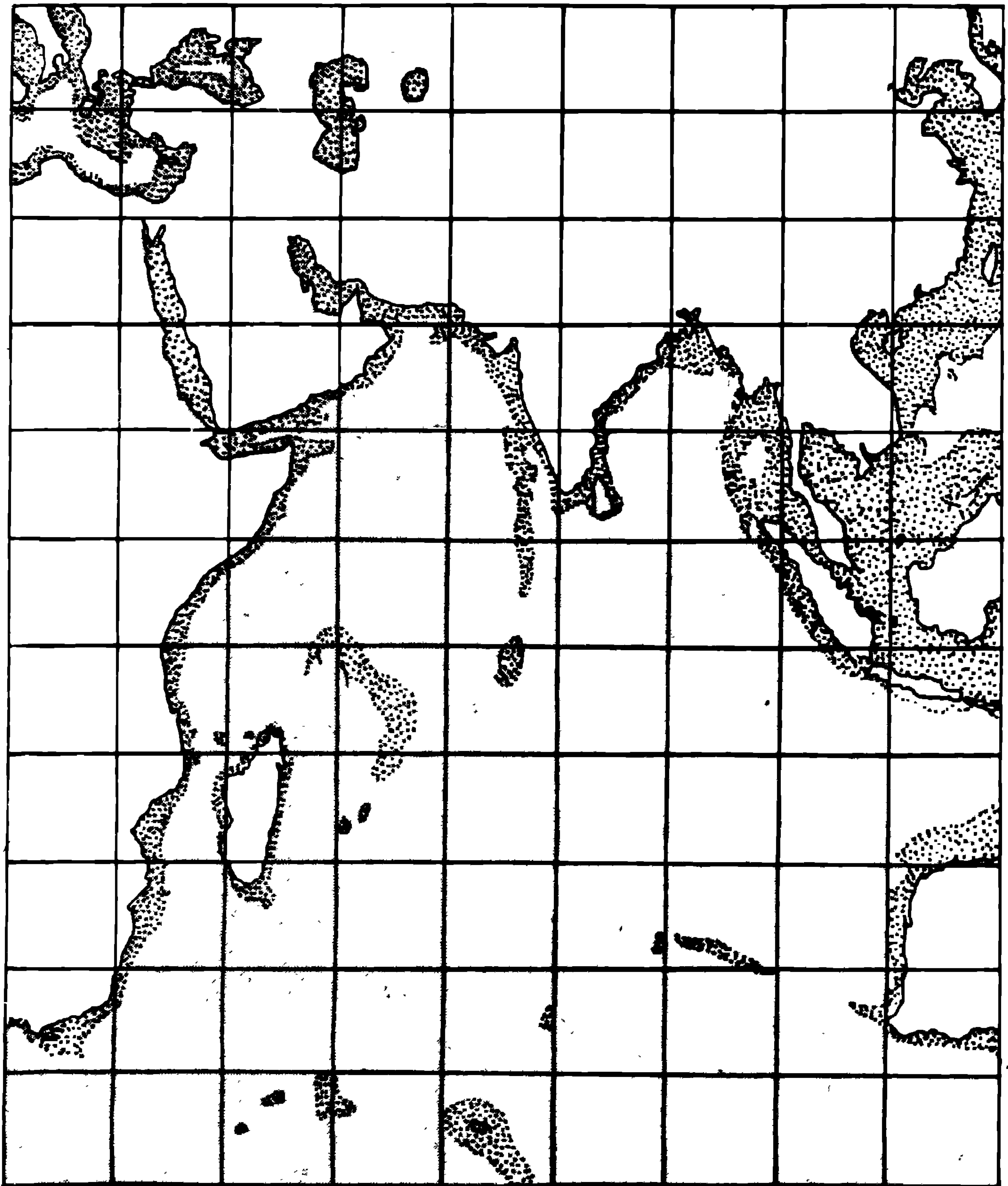
എന്നാൽ, കഴിഞ്ഞ അര നൂറ്റാണ്ടിൽ സമുദ്രത്തറകളെക്കുറിച്ചുള്ള അറിവു ഗണ്യമായി വർധിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇക്കൊസൗ

ണ്ടർ (പ്രതിധ്വനിമാപിനി) എന്ന ഉപകരണത്തിൻെറ കണ്ടുപിടുത്തമാണ് ഇതു സാധ്യമാക്കിയത്. കപ്പലിൽ നിന്നു കടൽത്തറയിലേക്കും അവിടെ നിന്ന് പ്രതിധ്വനിച്ചു തിരിച്ചും ശബ്ദവീചികൾക്കു സഞ്ചരിക്കുവാനാവശ്യമായ സമയം രേഖപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടാണ് ഇക്കൊസൗണ്ടർ ആഴം അളക്കുന്നത്. ശബ്ദത്തിൻെറ വേഗത അറിയപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതിനാൽ രേഖപ്പെടുത്തിയ സമയത്തിൽ നിന്ന് ആഴം കണക്കുകൂട്ടി എടുക്കാവുന്നതാണ്. നീങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന കപ്പലിൽ നിന്ന് പ്രതിധ്വനിമാപനം നടത്തുകയും പ്രത്യേകം സജ്ജമാക്കിയ ഗ്രാഫ് പേപ്പറിൽ അതു സ്വയമേവ രേഖപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യാമെന്നത് ഈ ഉപകരണത്തിൻെറ സവിശേഷതയാണ്. ഈ സൗകര്യം കാരണം കടലുകൾ താണ്ടിപ്പോകുന്ന ആയിരമായിരം കപ്പലുകളുടെ യാത്രാവേളകളിൽ കടൽത്തറകളുടെ തുടർച്ചയായ ആഴച്ചിത്രങ്ങൾ ശേഖരിക്കുവാൻ സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇതിൻെറ ഫലമായി, കടൽത്തറകളെക്കുറിച്ച് ഏതാണ്ട് കൃത്യമായ മേപ്പുകൾ ഇന്നു നമുക്ക് ലഭ്യമാണ്. ഈ ആഴച്ചിത്രങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ കരകളുടെ മേപ്പുകളുടേതിനു സമാനമായ ത്രിമാനമേപ്പുകൾ തയ്യാറാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. കപ്പലിനു നേരെ കീഴെയുള്ള ആകാരവിശേഷങ്ങളെ മാത്രമല്ല (ഇക്കൊസൗണ്ടർ ചെയ്യുന്നത് അതാണ്) മുമ്പിലും പാർശ്വങ്ങളിലുമുള്ള വസ്തുക്കളെയും കണ്ടെത്തി രേഖപ്പെടുത്തുവാൻ കഴിവുള്ള വളരെ പരിഷ്കൃതമായ ഒരു ഉപകരണമാണ് സോണാർ. മത്സ്യബന്ധനത്തിലേർപ്പെട്ടവർക്കും കപ്പൽക്കാർക്കും ഒരുപോലെ ഇതു സഹായകമാണ്. സമീപത്തൂടെ നീന്തിപ്പോകുന്ന മത്സ്യപ്പറ്റങ്ങളെയും കപ്പൽപ്പാർശ്വങ്ങളിൽ ഒളിഞ്ഞിരിപ്പുള്ള മുങ്ങിക്കപ്പലുകളെയും വ്യക്തമായി പുള്ളിയിട്ട് അടയാളപ്പെടുത്തുവാൻ സോണാർ കൊണ്ടു സാധ്യമാണ്.

കരയോരം

കടൽത്തറയെ മൂന്നു മുഖ്യ ഭാഗങ്ങളായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു: കരയിൽ നിന്നുള്ള അകലം വച്ച് യഥാക്രമം കരയോരം, കരച്ചെരിവ്, അഗാധതകൾ എന്നിങ്ങനെ. (ചിത്രം 3).

പ്രസ്തുത മൂന്നുമേഖലകളുടെ താരതമ്യ ആഴത്തെ അടിസ്ഥാനമാക്കിയാണ് വിഭജനം നടത്തിയിരിക്കുന്നത്. സമുദ്രങ്ങളുടെ അതിർത്തിപ്രദേശങ്ങളാണ് കരയോരം എന്നു പറയാം. അതെല്ലായ്പ്പോഴും കരയുടെ സ്വാധീനത്തിനു വിധേയവും നദികളും മഴവെള്ളവും നിരന്തരം പേറിക്കൊണ്ടുവരുന്ന പോഷകമൂല്യ



ചിത്രം–3 ഇന്ത്യാസമുദ്രത്തിലെ കരയോരങ്ങൾ. കുത്തിട്ട് അടയാളപ്പെടുത്തിയ ഭാഗങ്ങൾ താരതമ്യേന ആഴം കുറഞ്ഞ കരയോര മേഖലകളെ കാണിക്കുന്നു

ങ്ങളാൽ സമ്പന്നവുമാണ്. കരയോരത്തിന്റെ പരമാവധി ആഴം 200 മീറ്റർ ആയി നിജപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ളതിനാൽ മിക്കഭാഗത്തും സമൃദ്ധമായ സൂര്യപ്രകാശം ലഭിക്കുന്നു. ഈ പ്രദേശത്തിന്റെ വീതി വിഭിന്നതീരങ്ങളിൽ വ്യത്യസ്തമാണ്. ഇന്ത്യയിൽ, സാമാന്യമായിപ്പറഞ്ഞാൽ, കിഴക്കൻ തീരത്ത് കരയോരം ഇടുങ്ങിയതും പടിഞ്ഞാറൻ തീരത്ത് വീതിയേറിയതുമാണ്. ഏറ്റവും വീതിയേറിയ കരയോരം കാണപ്പെടുന്നത് ഗുജറാത്തു തീരത്താണ്. കരയിൽ നിന്ന് 100 കി.മീ. വരെയാണ് ഇവിടുത്തെ കരയോരവീതി. തമിഴ്നാട്, ആന്ധ്ര എന്നിവയുടെ തീരങ്ങളിലാണ് ഏറ്റവും ഇടുങ്ങിയ കരയോരം കാണപ്പെടുന്നത്. ഇവിടങ്ങളിൽ അതിന്റെ വീതി, പലപ്പോഴും 5 കി.മീ. മാത്രമാണ്. കരയോരം ജീവിവിഭവത്താൽ സമ്പന്നമാകുന്നു. പോഷകപദാർഥങ്ങളും സൂര്യപ്രകാശവും സമൃദ്ധം ആകയാൽ സസ്യങ്ങളും ജന്തുക്കളും ഇവിടെ തഴച്ചുവളരുന്നു.

കരച്ചെരിവ്

കരയോരത്തിനപ്പുറം കടലിലേക്കുള്ള ആഴം പെട്ടെന്നു വർധിക്കുന്നു. ചെങ്കുത്തായ ചെരിവുള്ള ഈ പ്രദേശം കരച്ചെരിവ് എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഏറെ സസ്യജന്തു വിഭവമില്ലാത്ത ചെങ്കുത്തായ ഈ പ്രദേശം അഗാധതകളിലേയ്ക്കു നയിക്കുന്നു. സ്വാഭാവികമായി കരച്ചെരിവ് എല്ലായിടത്തും ഇടുങ്ങിയതാണ്. ഇതിന്റെ കീഴ്ഭാഗത്ത് പലപ്പോഴും പീഠഭൂമികളും കയങ്ങളും (trenches) കാണാം. ഉത്തര അമേരിക്കയുടെ കിഴക്കൻ ഭാഗത്തും ഇന്ത്യാസമുദ്രത്തിന്റെ ചില ഭാഗങ്ങളിലുമാണ് പീഠഭൂമികൾ കാണപ്പെടുന്നത്. ലോകത്തിന്റെ മറ്റു ഭാഗങ്ങളിൽ കരച്ചെരിവ് ആഴമുള്ള കയങ്ങളിലേയ്ക്കു നിപതിക്കുന്നു. കയങ്ങളിലേയ്ക്കുള്ള ഈ പതനം പെട്ടെന്നുള്ളതോ ക്രമേണയുള്ളതോ ആവാം. സാധാരണയായി, 600 മീറ്ററിലേറെ ആഴമുള്ളതും കരയ്ക്കു സമാന്തരവുമായ കുഴികളാണ് കയങ്ങൾ. ഇവയിൽ ഭൂരിഭാഗവും കാണപ്പെടുന്നത് പസിഫിക് സമുദ്രത്തിലാകുന്നു. മൂന്നു പ്രമുഖസമുദ്രങ്ങളിലെ കയങ്ങളുടെ ഒരുലിസ്റ്റ്, പട്ടിക II ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

പലപ്പോഴും കരയോരങ്ങളോടും ചില പ്രദേശങ്ങളിലെ കരച്ചെരിവുകളോടും അനുബന്ധിച്ച് അത്യഗാധമായ ഗഹ്വരങ്ങൾ (canyons) ഉണ്ട്. പീഠഭൂമികളെയും കയങ്ങളെയും പോലെ ഇവ തീരത്തിനു സമാന്തരമല്ല, മറിച്ച് നേരേ താഴേക്കാണുള്ളത്.

പട്ടിക II

മുഖ്യ കയങ്ങളുടെയും അവയുടെ ആഴങ്ങളുടെയും ലിസ്റ്റ്

സമുദ്രങ്ങൾ	*കയങ്ങൾ*	*ആഴം മീറ്ററിൽ*	*ആഴം അടിയിൽ*
പസിഫിക്			
	മാറിയാനാ (ചാലഞ്ചർ) കയം	11035	36780
	ടോങ്ക കയം	10853	35957
	കുറൈൽ - കംചത്ക കയം	10543	35580
	ഫിലിപ്പൈൻ (മിണ്ടാനാവൊ) കയം	10033	32907
	കെർമാഡക് കയം	10003	32809
	ജപ്പാൻ (ഇസുബോണിൻ) കയം	9800	32153
	ഉത്തരസോളമൺ കയം	9142	29987
	ന്യൂഹെബ്രൈഡ്സ് കയം	9038	29643
	യാപ് (പശ്ചിമകരോലീൻ) കയം	8602	28216
	പലാഉകയം	8142	26706
	പെറുചിലി കയം	8057	26427
	അലൂഷിയാൻ കയം	7672	25165
	നാൻസി ഷോട്ടൊ (റിയുകിയു) കയം	7512	24639
	മധ്യ അമേരിക്കൻ കയം	6662	21851
അത്‌ലാന്തിക്			
	പ്യൂർട്ടോറിക്കൊ കയം	9392	30184
	ദക്ഷിണസാൻഡ്‌വിച്ചു കയം	8262	27100
ഇന്ത്യൻ			
	സാണ്ടാ കയം	7252	24442

കരയോരത്തിൽ എവിടെയെങ്കിലും തുടങ്ങുന്ന ഗഹ്വരം കരച്ചെരിവിലൂടെ തുളച്ചുകീറിനീങ്ങുകയും സമുദ്രത്തറയിൽ പ്രവേശിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അമേരിക്കയുടെ വടക്കുപടിഞ്ഞാറൻ തീരത്ത് ഇത്തരം അനവധി ജലാന്തരഗഹ്വരങ്ങൾ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. കോങ്കോ, സിന്ധു, ഗംഗ എന്നീ നദികൾക്കഭിമുഖമായും ദക്ഷിണകാലിഫോർണിയാ തീരത്തും കാൻയണുകൾ

കാണപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഗംഗാഗഹ്വരം ബംഗാൾ ഉൾക്കടലിലേക്ക് നൂറുകണക്കിനു കി.മീ. നീളത്തിൽ നീണ്ടു കിടക്കുന്നു.

അഗാധതകൾ

യഥാർഥമായ സമുദ്രത്തറ അഥവാ അഗാധതകൾ പല തരം ഭൂപ്രകൃതങ്ങളുടെ മിശ്രമാണ്. അഗാധസമതലങ്ങൾ, അഗാധതയിലെ കുന്നുകൾ, ദ്വീപുകൾ, സമുദ്ര ഉന്നതികൾ, കടൽമലകൾ, തലപരപ്പൻമലകൾ എന്നിവയ്ക്കു പുറമെ ഭാവനയെ ഉദ്ദീപ്തമാക്കുന്ന സമുദ്രമധ്യപർവത ശൃംഖലകളും ഇതിൽപ്പെടുന്നു. സമുദ്രത്തറയുടെ ഏഴിൽ അഞ്ചുഭാഗവും മൊത്തം ഭൂതലത്തിന്റെ തന്നെ പകുതിയോളം ഭാഗവും അഗാധതയിൽ ഉൾപ്പെടുന്നു. ബാഹ്യാകാശത്തെപ്പോലെ ഈ അന്തർസ്ഥലലോകവും (inner space) ഒരു ദശകം മുമ്പു വരെ മനുഷ്യന് അപ്രാപ്യമായിരുന്നു. സവിശേഷമായി നിർമ്മിക്കപ്പെട്ട ജലാന്തരവാഹനങ്ങളുടെ സഹായത്താൽ സമുദ്രത്തറകളിൽ കടന്നു ചെല്ലുവാൻ മനുഷ്യനു സാധിച്ചത് അടുത്ത കാലത്തു മാത്രമാണ്. വിവിധഭൂഘടകങ്ങളുടെ വിതരണം വിവിധ സമുദ്രങ്ങളിൽ വിഭിന്നമാകുന്നു.

ഇന്ത്യൻ, അത്ലാന്തിക് എന്നിവയുടെ സമുദ്രത്തറയുടെ ഏതാണ്ടു മൂന്നിലൊന്നു വീതവും പസിഫിക് സമുദ്രത്തറയുടെ നാലിൽ മൂന്നു ഭാഗവും വൻസമതലങ്ങളാണ്. ഇവ ബേസിനുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ബേസിനുകളുടെ ഭൂരിഭാഗം പരന്ന് ഏകരൂപമുള്ളതും നിസ്സാരമായ സംരൂപണവ്യത്യാസങ്ങൾ മാത്രമുള്ളതുമാണ്. ഭൂതലത്തിലെ ഏറ്റവും വ്യാപകമായി പരന്നു കിടക്കുന്ന ഭാഗങ്ങളാണ് അഗാധസമതലങ്ങൾ. ഭാവനാതീതമായ വിസ്തൃതിയിൽ അവ വ്യാപിതമായിരിക്കുന്നു. സമതലങ്ങൾക്കു സമീപമായോ സമതലങ്ങൾക്കകത്തോ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന അണ്ഡരൂപകമായ അടിത്തറാകാരങ്ങളാണ് അഗാധക്കുന്നുകൾ. തുടക്കത്തിൽ ഇവ വളരെ വലുതായിരുന്നുവെന്നും ചുറ്റും അവസാദങ്ങൾ നിക്ഷിപ്തമായതിന്റെ ഫലമായി അവയുടെ ഉയരം ആപേക്ഷികമായി കുറഞ്ഞുപോയതാണെന്നും വിശ്വസിക്കപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ, കുന്നുകൾ കൂടുതൽ വലുതും

ഒറ്റപ്പെട്ടതും ഭൂചലനങ്ങൾക്കു വിധേയമല്ലാത്തതുമാണെങ്കിൽ അവ സമുദ്രഉന്നതികൾ എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ഇവയിൽ ചിലത് ഉയർന്ന് ജലോപരിതലത്തിനുമേലെ എത്തിയെന്നു വരാം. അപ്പോൾ അവ ദ്വീപുകളായിത്തീരുന്നു. ബർമുഡാദ്വീപ് നല്ല ഉദാഹരണമാകുന്നു. സമുദ്രത്തറകളിൽ നിന്നു പൊങ്ങി, എന്നാൽ ജലോപരിതലം വരെ എത്താത്ത നിമജ്ജിത ശിഖരങ്ങളാണ് കടൽമലകളും തലപരപ്പൻ കുന്നുകളും. ആദ്യത്തേതിന് സാധാരണ മലശിഖരങ്ങളെപ്പോലെ കൂർത്ത ശിഖരങ്ങളാണുള്ളത്. എന്നാൽ രണ്ടാമത്തേതിന്റെ ശിഖരഭാഗം പരന്നതാണ്. (മറ്റു കുന്നുകളിൽ നിന്ന് ഇവയെ ആദ്യമായി വേർതിരിച്ചറിഞ്ഞ ആർനോൾഡ് ഗുയോട്ടു എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞന്റെ ബഹുമാനാർഥം തലപരപ്പൻ കുന്നുകൾ ഗുയോട്ടുകൾ എന്ന പേരിൽ അറിയപ്പെടുന്നു). കടൽമലകളുടെയും ഗുയോട്ടുകളുടെയും മേലറ്റം ജലോപരിതലത്തിനു 1000 - 1500 മീ. കീഴെയാണു സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത്. കടൽമലകൾ നൂറുകണക്കിനു കാണപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. എന്നാൽ, വളരെക്കുറച്ചു ഗുയോട്ടുകൾ മാത്രമേ ഇതിനകം തിരിച്ചറിയപ്പെട്ടിട്ടുള്ളു. ഇന്ത്യാസമുദ്രപര്യവേക്ഷണവേളയിൽ ബംഗാൾ ഉൾക്കടലിൽ അനവധി ഗുയോട്ടുകൾ കണ്ടുപിടിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. കടൽമലകളും ഗുയോട്ടുകളും അഗ്നിപർവത സ്വഭാവമുള്ളവയാണ്. ഒന്നിനുപുറകെ മറ്റൊന്നായി കടൽത്തറയിലുണ്ടായ അഗ്നിപർവതസ്ഫോടനങ്ങൾ കാരണമാണ് അവ രൂപപ്പെട്ടത്. ഗുയോട്ടുകൾ ഒരു കാലത്ത് ജലോപരിതലത്തിനു മേലെ എത്തിയിരുന്നുവെന്നും തിരമാലകളുടെ പ്രഹരമേറ്റ് അവ പരന്നുപോയതാണെന്നും വിശ്വസിക്കപ്പെടുന്നു. പില്ക്കാലത്ത് ഭൂകമ്പപ്രവർത്തനങ്ങളാൽ അവ വീണ്ടും നിമജ്ജിതമായി.

പ്രമുഖ കയങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട്, കയങ്ങളുടെ പുറംമതിൽ മലപോലെ പൊങ്ങിയിരിക്കുന്നതു കാണപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഈ വരമ്പുകളിൽ പലപ്പോഴും ദ്വീപുകൾ രൂപപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ശൃംഖലകളായ ദ്വീപുകളുടെ നിലനില്പു സൂചിപ്പിക്കുന്നത് അവയ്ക്കു കീഴെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന തുടർച്ചയായ വരമ്പിന്റെ സാന്നിധ്യത്തെയാണ്. ഈ രീതിയിൽ ദ്വീപുകൾ കാണപ്പെടുമ്പോൾ ഇവ ദ്വീപുചാപം എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു. ഈ ചാപ

ങ്ങൾ പലപ്പോഴും വൻ അഗ്നിപർവതങ്ങളുടെ ആസ്ഥാനങ്ങളാണ്. ദ്വീപുചാപങ്ങളിലും പ്രമുഖകയങ്ങൾക്കു സമീപമുള്ള വൻകരകളിലും അനേകം സജീവഅഗ്നിപർവതങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നുണ്ട്.

സമുദ്രത്തറയിൽ കാണപ്പെടുന്ന വളരെ ബൃഹത്തും ഭാവനാതീതമാംവിധം വ്യാപകവും തുടർച്ചയുള്ളതുമായ പർവതനിരകളാണ് സമുദ്രമധ്യമലവരമ്പുകൾ. കരയിലെ ഏറ്റവും വലിയ പർവതനിര ഹിമാലയമാണെന്നു നമുക്കറിയാം. എന്നാൽ, സമുദ്രമധ്യമലകളുടെ അതിഭീമസാന്നിധ്യത്തിനു മുമ്പിൽ ഹിമാലയം കൊച്ചായിപ്പോകുന്നു. അത്‌ലാന്തിക്, പസിഫിക്, ഇന്ത്യൻ എന്നീ സമുദ്രങ്ങളിലായി 75000 കി.മീ. നീളത്തിൽ സമുദ്രമധ്യവരമ്പുകൾ നീണ്ടുകിടക്കുന്നു. ഉത്തര–ദക്ഷിണ അത്‌ലാന്തിക് സമുദ്രങ്ങളുടെ ബേസിനുകളെയാകെ പൂർവ–പശ്ചിമ ഭാഗങ്ങളായി ജലത്തറയിൽ നിന്നു മേല്പ്പോട്ട് ഈ വരമ്പു പരിപൂർണമായി ഭാഗിക്കുന്നതു കാരണം ഈ രണ്ടു ഭാഗങ്ങളിലെ സസ്യ-ജന്തുജാലങ്ങൾ മാത്രമല്ല, ജലപിണ്ഡങ്ങൾ പോലും, ജലത്തറയിൽനിന്നു വരമ്പുകളുടെ ഉയരംവരെ ഒരിക്കലും മിശ്രമാകുന്നില്ല. തികച്ചും വ്യത്യസ്തമായ രണ്ടു സമുദ്രങ്ങളുടെ ബേസിനുകൾ എന്ന പോലെ വരമ്പിൻെറ കിഴക്കും പടിഞ്ഞാറുമുള്ള ഭാഗങ്ങൾ വേറിട്ടു നില്ക്കുന്നു. കടൽത്തറയിൽനിന്നു ശരാശരി 1600 മീ. വരെ പൊങ്ങിനില്ക്കുന്ന വരമ്പ് അത്‌ലാന്തിക് സമുദ്രത്തിൻെറ പൂർവ–പശ്ചിമ പകുതികൾക്കിടയിൽ ഫലപ്രദമായ ഒരു മതിൽ പോലെ വർത്തിക്കുന്നു. ഈ വരമ്പിൻെറ ചില ശിഖരങ്ങൾ ജലോപരിതലത്തിനു മേലെയെത്തുന്നുണ്ട്. ഇവയിൽ സെയിൻറ് ഹെലേന, സെയിൻറ് പോൾ, അസൻഷൻ, അസോർസ് തുടങ്ങിയവ മനുഷ്യവാസമുള്ള ദ്വീപുകളായി ത്തീർന്നിരിക്കുന്നു.

ഇന്ത്യൻ, പസിഫിക് എന്നീ സമുദ്രങ്ങളിലേക്കും സമുദ്രമധ്യവരമ്പു നീണ്ടുകിടക്കുന്നുണ്ട്. കാൾബർഗു വരമ്പ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഇന്ത്യാസമുദ്രഭാഗം ഇംഗ്ലീഷ് അക്ഷരമാലയിലെ Y യുടെ രൂപത്തിലാണ്. ദക്ഷിണാഫ്രിക്കയുടെ തെക്കെ അറ്റത്തു നിന്നാരംഭിക്കുന്ന വരമ്പ് നേരെ വടക്കോട്ടു നീങ്ങി അറബിക്കട

ലിൽ രണ്ടു ശാഖകളായിപ്പിരിയുന്നു. ഇതിലൊന്ന് അറേബ്യൻ-ആഫ്രിക്കൻ തീരത്തിലേക്കും മറ്റേതു ഗുജറാത്തു-പാകിസ്ഥാൻ തീരത്തിലേക്കും നീളുന്നു. വരമ്പിൻെറ പസിഫിക് അംശം പൂർവപസിഫിക് വരമ്പ് എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു. കാരണം അമേരിക്കൻതീരത്തോടാണ് അതിനു കൂടുതൽ അടുപ്പം. വടക്കെ അറ്റത്ത് അത് കാലിഫോർണിയാതീരത്തേക്കു തിരിയുന്നു. തെക്കേ അറ്റത്താണെങ്കിൽ, ദക്ഷിണഅമേരിക്കയെ ചുറ്റി അത് അത്ലാന്തിക്ക് വരമ്പുമായിച്ചേരുന്നു.

നമ്മുടെ ദൃഷ്ടിയിൽപെടുന്നതിലും എത്രയോ മഹത്തായ കാര്യങ്ങൾ ഈ ഭൂമിയിലുണ്ട് എന്നു സമുദ്രമധ്യവരമ്പിൻെറ സാന്നിധ്യം തെളിയിക്കുന്നു. ഹിമാലയത്തെക്കാൾ 15 ഇരട്ടി നീളമുള്ള സമുദ്രമധ്യവരമ്പ് ശാശ്വതമായി കടലുകൾക്കകത്തു മറഞ്ഞിരിക്കുന്ന വിസ്മയകരമായ സൃഷ്ടി വിശേഷങ്ങളാണ്. അതുപോലെ, നമ്മുടെ ഭാവനയെ തട്ടിയുണർത്തുന്ന അതിപ്രധാനമായ ഭൂഘടകങ്ങളാണ് കയങ്ങൾ. മാറിയാനാകയത്തിൻെറ ആഴം ജലോപരിതലത്തിൽനിന്ന് 11 കി.മീ.യിലേറെയാണ്. എവറസ്റ്റ്കൊടുമുടിയെ കടൽനിരപ്പിൽനിന്ന് അടർത്തിയെടുത്ത് മാറിയാനാകയത്തിൽതാഴ്ത്തുകയാണെങ്കിൽ, എവറസ്റ്റിൻെറ ശിഖരം (8300 മീ. കടൽനിരപ്പിൽനിന്ന്) ജലനിരപ്പിനു കീഴെ ഒന്നര കി.മി.യിലേറെ താഴ്ന്നിരിക്കും. എവറസ്റ്റ് ഒരുനോക്കു കാണുവാൻ ജലോപരിതലത്തിൽനിന്ന് ഒന്നര കി.മീ. ആഴത്തിൽ കടലിൽ മുങ്ങിയിറങ്ങേണ്ടിവരും.

4

കടൽവെള്ളത്തിൻെറ ഗുണങ്ങൾ

സമുദ്രങ്ങളിലെ ഏറ്റവും ദൃശ്യമായ ഘടകം വെള്ളം തന്നെ. അദൃശ്യമായ ഘടകം ജലത്തറയാണ്. ഇതിൻെറ വിസ്താരം ഭൂമിയിലെ മുഴുവൻ കരയുടെ ഏതാണ്ടു മൂന്നിരട്ടിയാണെന്ന് വ്യക്തമാക്കിയല്ലോ. കരയുടെ രസതന്ത്രത്തെക്കുറിച്ച് അറിയപ്പെട്ടിട്ടുള്ളതെല്ലാം സമുദ്രത്തറയുടെ രസതന്ത്രത്തെക്കുറിച്ചും ശരിയാണ്. കടൽവെള്ളത്തിൻെറ രസതന്ത്രം ഇതിനുപുറമെ നമുക്ക് അറിയാനുണ്ട്. വിഷയത്തിൻെറ അതിവിശാലവും സർവാശ്ലേഷിതവുമായ സ്വഭാവം നിമിത്തം സമുദ്രരസതന്ത്രത്തെ ഇത്തരം ഒരു ചെറിയ അധ്യായത്തിൽ അവലോകനം ചെയ്യുന്നത് വൃഥാവേലയാവും. അതിനാൽ, വിഷയത്തിലേക്ക് ഒന്ന് എത്തിനോക്കുവാൻ മാത്രമേ ഇവിടെ ശ്രമിക്കുന്നുള്ളു.

ഭൂമിയിൽ ഏറ്റവും സാധാരണമായ രാസയൗഗികം കടൽവെള്ളമാണ്. അതിൻെറ അളവാണെങ്കിൽ ഭാവനാതീതമാംവിധം ബൃഹത്താണ്. ലോകത്തിലെ സമുദ്രങ്ങളിൽ ഈ സങ്കീർണരാസവിലയനത്തിൻെറ അളവ് 1370 ദശലക്ഷം ച.കി.മീ. യാണെന്നു കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. കടൽവെള്ളത്തിൻെറ ഉപ്പ് അംശത്തെ ലവണത എന്നു വിവരിക്കുന്നു. കടലുകളിലെ ശരാശരി ലവണത 3.5 ശതമാനമാണ്. എന്നാൽ, അളവ്, കൂടുതൽ കൃത്യമായി രേഖപ്പെടുത്തുന്നതിന് ശതമാനം (%) ആയല്ല, സഹസ്രമാനം (0/00) ആയാണ് ലവണത വിവരിക്കപ്പെടുന്നത്. ചില പദാർഥങ്ങളുടെ സാന്നിധ്യം നന്നേ കുറവായതിനാൽ

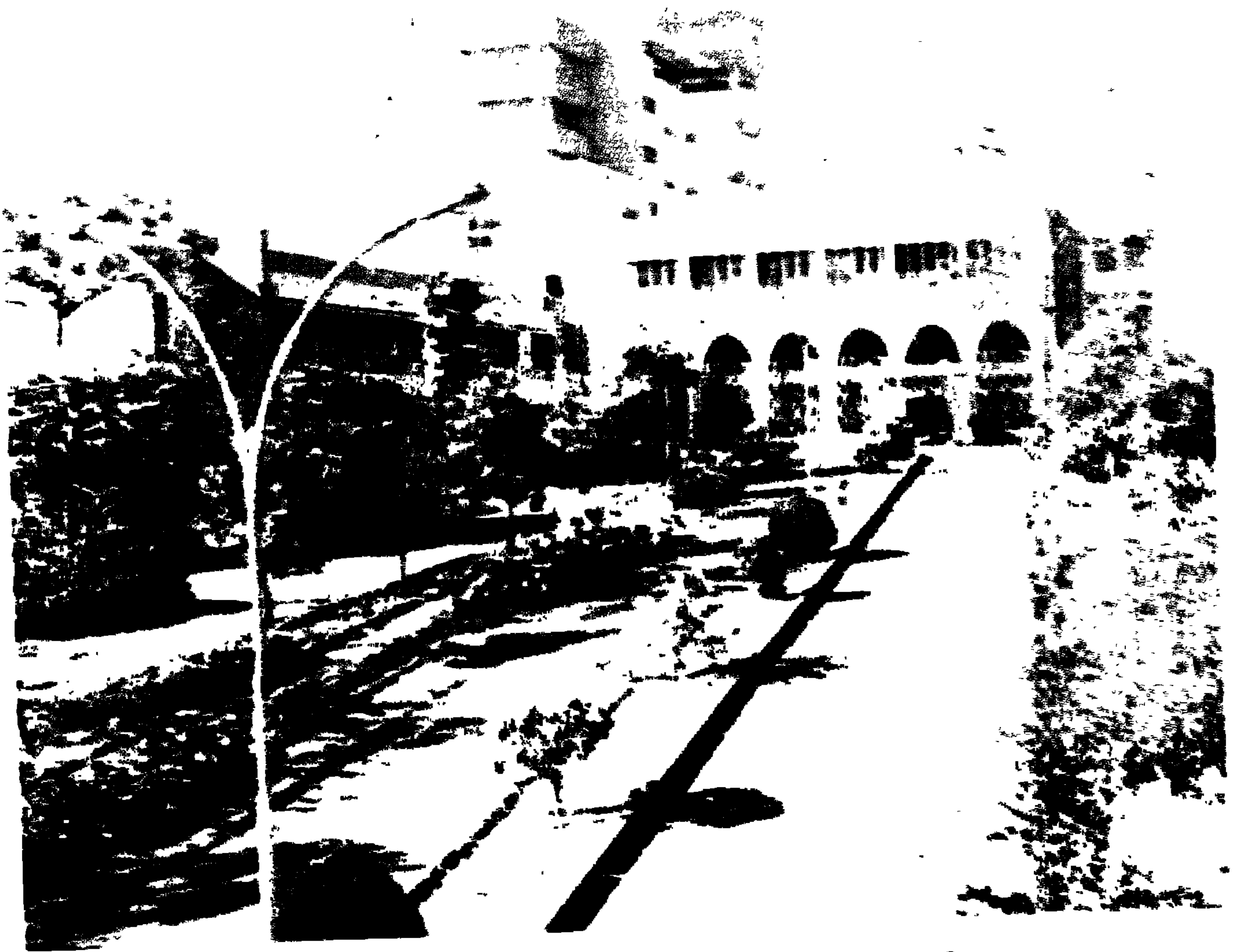
അത് ശതമാനത്തിൽ വിശദമാക്കുവാൻ പ്രയാസമാണ് എന്നതു തന്നെ കാരണം. ഒരു ഘ.കി.മീ. കടൽജലം ബാഷ്പീകരിക്കുക യാണെങ്കിൽ 40 ദശലക്ഷം ടൺ ഉപ്പു ലഭിക്കും. സർവസമുദ്ര ങ്ങളും ബാഷ്പീകരിക്കുകയാണെങ്കിൽ എത്ര ഉപ്പു കിട്ടു മെന്നോ? ഭൂതലത്തിലാകെ (പുതുതായി വരണ്ടുപോയ കടൽ ത്തറ ഭാഗങ്ങൾ ഉൾപ്പെടെ) 160 മീ. കനത്തിൽ പരത്തുവാനാവ ശ്യമായത്ര ഉപ്പുണ്ടാകും. നമ്മുടെ ഭൂമി അത്രയധികം ജലമ യവും ഉപ്പുമയവുമായ വാസസ്ഥാനം തന്നെ. ഭൂമിയെന്നല്ല, സമുദ്രാവാസം എന്നായിരുന്നു നമ്മുടെ ഗ്രഹത്തെ നാം വിളി ക്കേണ്ടിയിരുന്നത്. സാധാരണ കറിയുപ്പിനു പുറമെ കടൽവെ ള്ളത്തിൽ നൂറോളം മറ്റു മൂലകങ്ങൾ ഉണ്ട്. പലപ്പോഴും വളരെ ചെറിയ അളവിൽ. ഒരു ഘ. കി.മീ. വെള്ളത്തിൽ ഉള്ള വിവിധ മൂലകങ്ങളുടെ അളവുകൾ പട്ടിക III ൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

പട്ടിക III

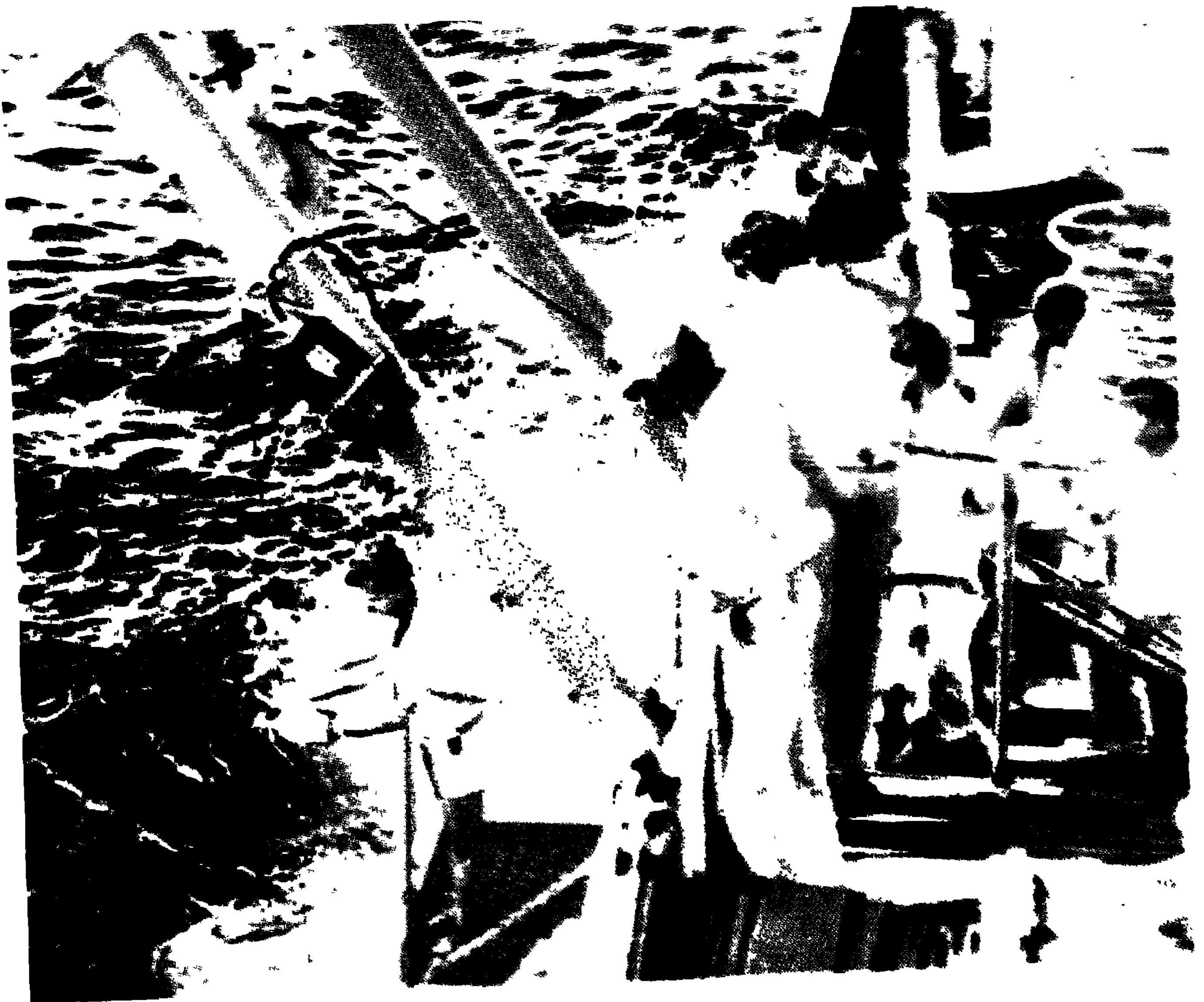
കടൽവെള്ളത്തിൻെറ രാസസംരചന

ഓക്സിജൻ	368,105, 500	ടൺ
ഹൈഡ്രജൻ	122,062,350	ടൺ
ക്ലോറിൻ	21,42,830	ടൺ
സോഡിയം	11,870,500	ടൺ
മഗ്നീഷ്യം	1,468,820	ടൺ
സൾഫർ	1,016,780	ടൺ
കാൽസിയം	450,840	ടൺ
പൊട്ടാസിയം	429,260	ടൺ
ബ്രോമിൻ	73,381	ടൺ
കാർബൺ	31,655	ടൺ
സ്ട്രോൺഷ്യം	9,040	ടൺ
ബോറൺ	5,420	ടൺ
സിലിക്കോൺ	3,388	ടൺ
ഫ്ലൂവോറിൻ	1,468	ടൺ
ആർഗോൺ	677	ടൺ
നൈട്രജൻ	564	ടൺ

പട്ടിക അടുത്ത പേജിൽ തുടരുന്നു



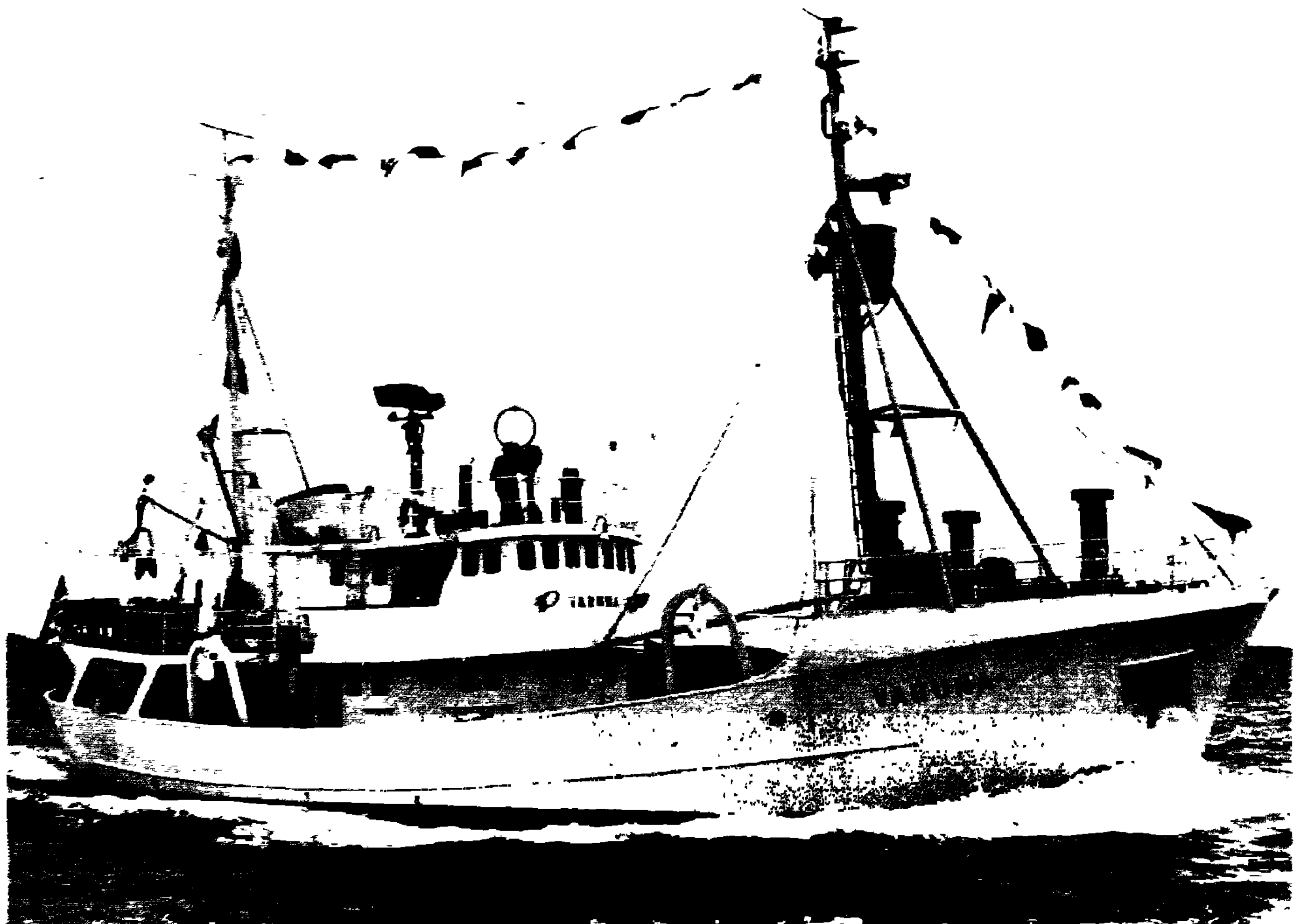
ഒന്ന്: ഇന്ത്യൻ ഇൻസ്ററിററ്യൂട്ട് ഓഫ് ഓഷ്യനോഗ്രാഫി



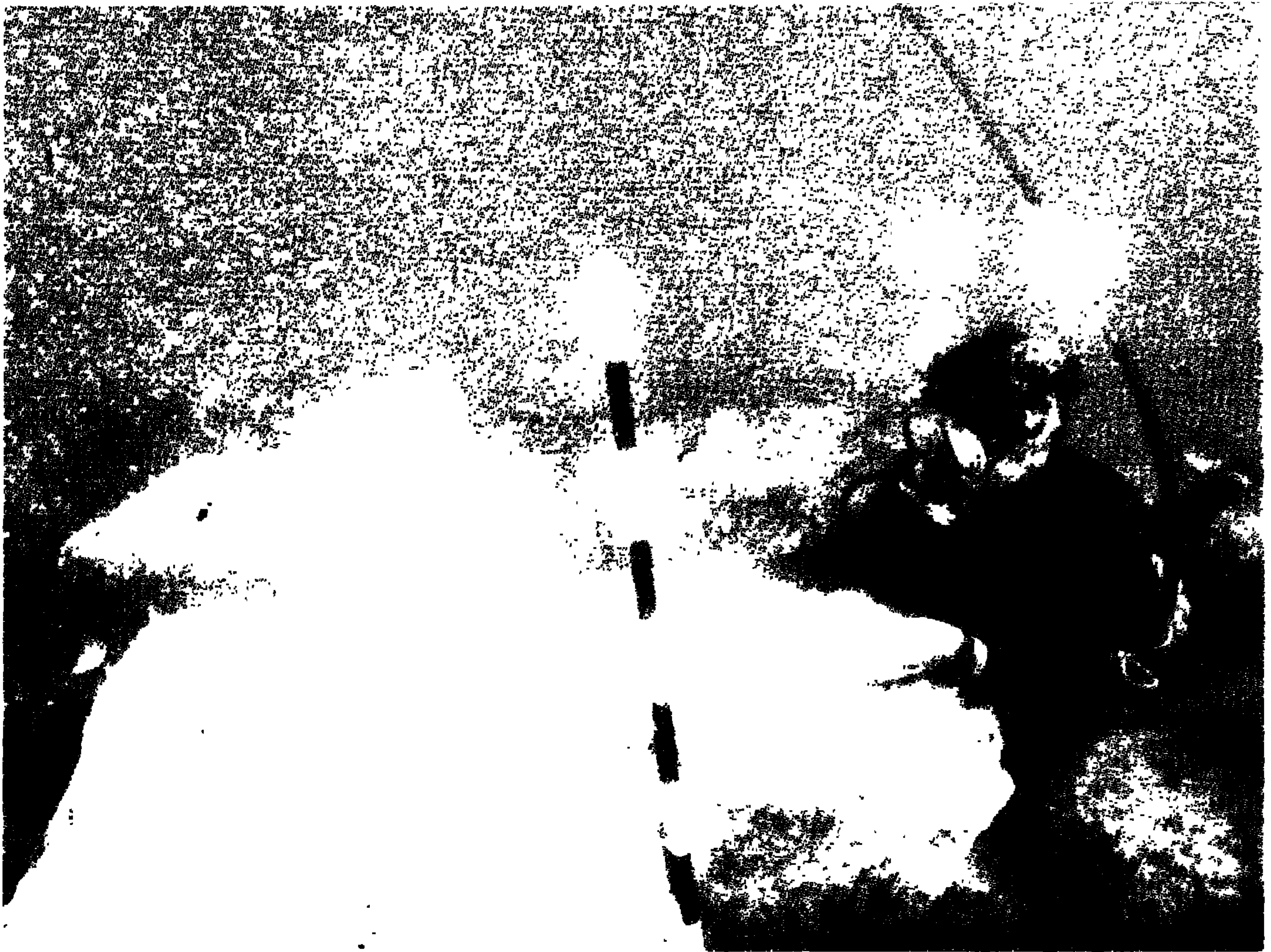
രണ്ട്: കടലിൽ ജല സാമ്പിൾ പരിശോധന



മൂന്ന്: ഇന്ത്യൻ നിർമ്മിത ഗവേഷണയാനം, ആർ.വി. ഗവേഷണി, (ഇൻസ്ററിററ്യൂട്ട് ഓഫ് ഓഷ്യനോഗ്രാഫി)

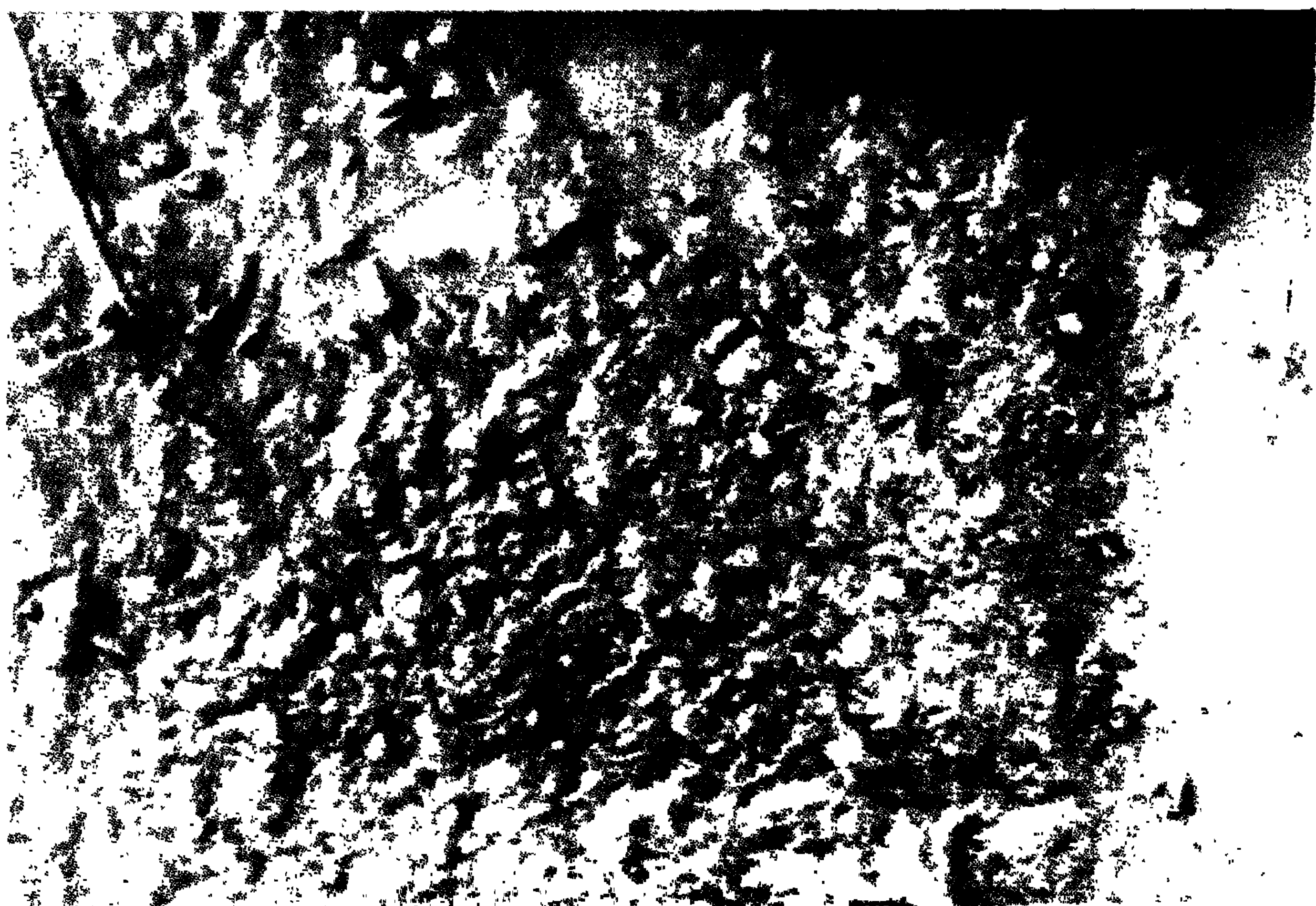


നാല്: ആർ.വി. വരുണ





അഞ്ച്, ആറ്: ദ്വാരകാപുരി അന്വേഷിക്കുന്ന നീന്തൽ വിദഗ്ധൻ





ഏഴ്, എട്ട്: വർണ്ണ ശബളങ്ങളായ കടൽക്കളകൾ



ഒമ്പത്: ഒറീസാ തീരത്ത് കാണുന്ന 'ഹോഴ്സ്ഹോ' ഞണ്ട്



പത്ത്: മനോഹരമായ ഒരു കടൽക്കള



പതിനൊന്ന്: ചുവപ്പ്, പച്ച, തവിട്ട് നിറങ്ങളിൽ കൂട്ടങ്ങളായി കാണുന്ന ആൽഗ



പന്ത്രണ്ട്: ചെളിനിറഞ്ഞ തീരത്ത് ധാരാളമായി കാണുന്ന ചെളിഞണ്ട്



പതിമൂന്ന്: മീൻപിടിക്കുന്ന ഒരു അനിമോൺ. വിഷമയമായ വെളുത്ത ശിഖരങ്ങൾ ചുററും വിരിച്ചിരിക്കുന്നു



പതിനാല്: മാരകമായ ദ്രാവകമുപയോഗിച്ച് നിശ്ചേതനമാക്കിയശേഷം ഒരു സ്ക്കാലപ്പിനെ തിന്നുന്ന നക്ഷത്ര മത്സ്യം

പട്ടിക തുടർച്ച

ലിത്തിയം	225	ടൺ
റുബിഡിയം	135	ടൺ
ഫോസ്ഫറസ്	79	ടൺ
അയോഡിൻ	56	ടൺ
ഇൻഡിയം	23	ടൺ
സിങ്ക്	11	ടൺ
ഇരുമ്പ്	11	ടൺ
അലുമിനിയം	11	ടൺ
മോളിബ്ഡിനം	11	ടൺ
ബോറിയം	7	ടൺ
ഈയം	3.4	ടൺ
ടിൻ	3.4	ടൺ
ചെമ്പ്	3.4	ടൺ
ആർസനിക്	3.4	ടൺ
പ്രൊട്ടക്റ്റിനിയം	3.4	ടൺ
സെലിനിയം	3.4	ടൺ
വനാഡിയം	2.3	ടൺ
മാംഗനീസ്	2.3	ടൺ
ടൈറ്റാനിയം	1.1	ടൺ
തോറിയം	0.79	ടൺ
സീസിയം	0.58	ടൺ
ആൻറിമണി	0.58	ടൺ
കൊബാൾട്ട്	0.55	ടൺ
നിക്കൽ	0.55	ടൺ
സീറിയം	0.43	ടൺ
യിട്രിയം	0.34	ടൺ
വെള്ളി	0.34	ടൺ
ലന്താനം	0.34	ടൺ
ക്രിപ്റ്റോൺ	0.34	ടൺ
സിയോൺ	0.34	ടൺ

പട്ടിക അടുത്ത പേജിൽ തുടരുന്നു

പട്ടിക തുടർച്ച

ബിസ്മത്ത്	204.3	ടൺ
ടങ്സ്റ്റൺ	101.3	ടൺ
ക്ലെനോൺ	101.3	ടൺ
ജർമേനിയം	60.8	ടൺ
കാഡ്മിയം	55.8	ടൺ
ക്രോമിയം	50.4	ടൺ
സ്കാൻഡിയം	40.5	ടൺ
രസം	30.0	ടൺ
ഗാലിയം	30.0	ടൺ
ടെല്ലൂറിയം	10.4	ടൺ
നിക്കോബിയം	5.1	ടൺ
ഹീലിയം	5.1	ടൺ
സ്വർണം	4.1	ടൺ
റേഡിയം	ശകലങ്ങൾ	
റേഡോൺ	ശകലങ്ങൾ	

കൃത്രിമമായി നിർമിച്ച സിമൻറ് ടാങ്കുകളിൽ കടൽ വെള്ളം നീരാവിയാക്കിമാറ്റുമ്പോൾ കട്ടിയുള്ള ഒരു വിലയനം ബാക്കിയാവുന്നു. ബ്രെയിൻ (സാന്ദ്ര ഉപ്പു വിലയനം) എന്ന് ഇതു വിവരിക്കപ്പെടുന്നു. ക്രിസ്റ്റലീകരണ പ്രക്രിയയിലൂടെ യാണ് ഈ വിലയനത്തിൽ നിന്ന് ഉപ്പു ശേഖരിക്കുന്നത്. ഉപ്പു നീക്കിയശേഷം ബാക്കിയാവുന്ന വിലയനത്തിൽ (ഇതിനെ ബിറ്റേൺ എന്നു വിവരിക്കുന്നു) നിന്ന് മഗ്നീസിയം, ബ്രോമിൻ തുടങ്ങിയ ഏതാനും മൂലകങ്ങളും മറ്റു രാസവസ്തുക്കളും വാണി ജ്യാടിസ്ഥാനത്തിൽ വേർപെടുത്തിയെടുക്കുന്നുണ്ട്. പ്രയോജ നകരമായ വേറെയും പല പദാർഥങ്ങൾ കടൽവെള്ളത്തിൽ നിന്നു നിഷ്കർഷിക്കുവാൻ താത്വികമായി സാധ്യമാണ്. എന്നാൽ, അതിനുള്ള ചെലവ് ഭാരിച്ചതാണ്. ഉദാഹരണമായി, വെറും 0.002 ഗ്രാം സ്വർണം നിഷ്കർഷിക്കുവാൻ 4.5 ദശലക്ഷം ലിറ്റർ വെള്ളം കൈകാര്യം ചെയ്യേണ്ടി വരും !

ഭൂമിയിൽ ജീവന്റെ ഉദ്ഭവത്തിനും നിലനില്പിനും ഹേതുകമായത് സമുദ്രജലമാണ്. ജലം ഒരു അദ്ഭുതവസ്തുവാണെന്നു മാത്രമല്ല, പ്രപഞ്ചത്തിൽ എവിടെയും ജീവന്റെ നിലനില്പിൽ അതിന്റെ രാസഗുണങ്ങൾ അതുല്യമാകുന്നു. രസം, എണ്ണ (പെട്രോളിയം) എന്നിവയോടൊപ്പം സ്വാഭാവികമായി ദ്രവാവസ്ഥയിൽ കാണപ്പെടുന്ന ഭൂമിയിലെ ഒരേയൊരു പദാർഥം ജലമാണ്. ജീവന്റെ നിലനില്പിനാവശ്യമായ അപൂർവപ്രാധാന്യമുള്ള ചില ഗുണങ്ങൾ വെള്ളത്തിനുണ്ട്: (1) അറിയപ്പെട്ട വേറെ ഏതു ദ്രാവകത്തെയുംകാൾ പദാർഥങ്ങളെ അതു തന്നിൽ ലയിപ്പിക്കുന്നു. (2) അതിന്റെ ആപേക്ഷിക താപം പ്രകൃതിയിൽ ഏറ്റവും ഉയർന്നതാണ്. (3) ഹിമീഭവിക്കുമ്പോൾ വികസിക്കുന്ന വളരെക്കുറച്ചു പദാർഥങ്ങളിൽ ഒന്നാണത്. കൂടാതെ, കടൽവെള്ളമാണെങ്കിൽ ഉപ്പുരസമുള്ളതാണ്. കൂടുതൽ സവിശേഷഗുണങ്ങൾ ഇതുമൂലം അതിനു വന്നുചേരുന്നു. കൂടുതൽ പദാർഥങ്ങളെ വെള്ളം ലയിപ്പിക്കുന്നു.

വേറെ ഏതു ദ്രാവകത്തെക്കാളും ഏറെ പദാർഥങ്ങളെ വെള്ളം തന്നിൽ ലയിപ്പിക്കുന്നു. വാസ്തവത്തിൽ, സമുദ്രങ്ങൾ രൂപം കൊള്ളുവാനുള്ള ആദികാരണം ഇതു തന്നെ. ദശലക്ഷക്കണക്കിനു വർഷങ്ങൾ നീണ്ടുനിന്ന ഭൂമിയുടെ രൂപീകരണഘട്ടത്തിൽ അനവധി തരം ഉപ്പുകളും മറ്റു രാസപദാർഥങ്ങളും വെള്ളത്തിൽ ലയിച്ചുചേർന്നു. പിന്നീടുള്ള പരിണാമവേളയിൽ ഈ ലവണത (ഉപ്പത?) ഏറിക്കൊണ്ടിരുന്നതേയുള്ളൂ. ഇതിനു രണ്ടു കാരണങ്ങൾ ഉണ്ടായിരുന്നു. ആദ്യമായി, തീക്ഷ്ണമായ ബാഷ്പീകരണം - പുതുതായി രൂപം കൊണ്ട സമുദ്രങ്ങളിൽ നിന്ന് ശുദ്ധജലം നിരന്തരം നീക്കം ചെയ്യപ്പെട്ടുകൊണ്ടിരുന്നു. ബാക്കിയാവുന്ന ജലം കൂടുതൽ ഉപ്പുരസമുള്ളതായിത്തീരുകയെന്നതായിരുന്നു ഇതിന്റെ ഫലം. രണ്ടാമതായി, അനേകായിരം ആറുകളിലൂടെയും കടലിലേക്കൊഴുകിവരുന്ന മഴവെള്ളത്തിലൂടെയും കൂടുതൽ കൂടുതൽ ലവണങ്ങളും മറ്റു പദാർഥങ്ങളും കടലുകളിൽ എത്തിച്ചേർന്നു. ലോകത്തിലെ വിവിധ നദികൾ കടലിൽ എത്തിക്കുന്ന 27000 ഘ.കി.മീ. വെള്ളത്തി

ലൂടെ 40 കോടി ടൺ വിലയിതലവണങ്ങൾ ഓരോ വർഷവും കടലുകളിൽ എത്തിച്ചേരുന്നു എന്നു കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

ഉയർന്ന ആപേക്ഷികതാപം

ഭൂമിയുടെ മൊത്തം താപക്രമീകരണത്തിൽ വെള്ളത്തിൻെറ ആപേക്ഷികതാപം വളരെ പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നു. ഒരു ഗ്രാം ജലത്തിൻെറ താപം ഒരു ഡിഗ്രി സെൻറിഗ്രേഡു വർധിപ്പിക്കുവാൻ ആവശ്യമായ താപം കൊണ്ട് അത്രേഭാരമുള്ള ഇരുമ്പിൻെറ താപം 10 ഡിഗ്രി സെൻറിഗ്രേഡ് ഉയർത്താം. ബാഹ്യമായി താപം പ്രകടമാക്കാതെ അത് സ്വയം സംഭരിക്കാനുള്ള ശേഷി എന്നാണ് ആപേക്ഷികതാപം എന്നതിൻെറ അർഥം. ഇതേ കാര്യം മറിച്ചും പറയാം: പ്രകടമായി ഏറെ തണുക്കാതെ തന്നെ ധാരാളം താപം നഷ്ടപ്പെടുത്തുവാൻ വെള്ളത്തിനു കഴിവുണ്ട്. വളരെക്കൂടിയ ആപേക്ഷികതാപം കാരണം സൗരോർജത്തിൻെറ ഭീമമായ ഭാഗം, സ്വയം തപിക്കപ്പെടാതെ തന്നെ, പകൽ സമയത്ത് വലിച്ചെടുക്കുവാൻ വെള്ളത്തിനു സാധിക്കുന്നു. ദീർഘകാലത്തേക്ക് ഈ ഊർജം സംഭരിക്കപ്പെടുന്നു എന്നു മാത്രമല്ല, ജലത്തിൻെറ ചലനം കാരണം ഭൂമിയിലെ ശീതമേഖലകളിലേക്ക് അത് ആവാഹിക്കപ്പെടുകയും ആ പ്രദേശങ്ങളിലെ വർധിച്ച ശീതാവസ്ഥയെ ലഘൂകരിക്കുവാനാവശ്യമായ താപം വിമോചിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അങ്ങനെ, ലോകത്തെമ്പാടുമുള്ള കാലാവസ്ഥകളെ മിതപ്പെടുത്തുന്ന താപസംഭരണികൾ എന്ന നിലയിലുള്ള കടലുകളുടെ പങ്ക് നിസ്തുലമാണ്. അതിനെ താപസംഭരണി ആക്കിത്തീർക്കുന്നതാണെങ്കിൽ കടൽവെള്ളത്തിൻെറ കൂടിയ ആപേക്ഷികതാപവും.

ദ്രാവകാവസ്ഥയിൽ മാത്രമല്ല, ഖര-വാതകാവസ്ഥകളിലും കൂടിയ ആപേക്ഷികതാപം വെള്ളം പ്രകടിപ്പിക്കുന്നുണ്ട്. വെള്ളം ഹിമമാകുമ്പോൾ വളരെയധികം താപോർജം വിമുക്തമാക്കുന്നു. മറിച്ച്, ഹിമമുരുകി വെള്ളമാകുമ്പോൾ വളരെ താപോർജം അതു വലിച്ചെടുക്കുന്നു. ദ്രാവകാവസ്ഥയിൽ നിന്നു വാതകാവസ്ഥയിലേക്കുള്ള മാറ്റത്തിൽ ഇതിലുമേറെ

അളവിൽ താപസ്വീകരണം നടക്കുന്നുണ്ട്. എല്ലാ താപാവസ്ഥകളിലും വെള്ളം ബാഷ്പീകരിക്കുന്നുണ്ട് എന്നു മാത്രമല്ല, മറ്റേതു ദ്രാവകം ബാഷ്പീകരിക്കുമ്പോൾ വലിച്ചെടുക്കുന്നതിലുമേറെ താപോർജം ഈ പ്രക്രിയയിൽ അതു വലിച്ചെടുക്കുകയും നിലനിറുത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. "സാധാരണ തിളനിലയിൽ ഒരു ഗ്രാം വെള്ളത്തെ ബാഷ്പീകരിക്കുവാൻ 530 ഗ്രാം വെള്ളത്തിൻെറ ചൂട് ഒരു ഡിഗ്രി സെൻറിഗ്രേഡ് വർധിപ്പിക്കുവാൻ ആവശ്യമായ താപം തന്നെ വേണം. അളവില്ലാത്ത താപോർജസംഭരണമാണ്, തന്നിമിത്തം, ബാഷ്പീകരണത്തിനാവശ്യമായിട്ടുള്ളത്. ഭൂമധ്യരേഖാപ്രദേശത്ത് ഒരു ച.ക.മീ. ൽ ബാഷ്പീകരണത്തിനു വേണ്ടി പ്രതിവർഷം ഒരു ദശലക്ഷം കുതിരശക്തി ഊർജം ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട് എന്നു കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. സമുദ്രത്തിലാകെ പറയുകയാണെങ്കിൽ, ശരാശരി ഒരു മീറ്റർ ഉയരത്തിൽ ജലം ഓരോവർഷവും ബാഷ്പീകൃതമാകുന്നുണ്ട് എന്ന് വിവിധരീതികളിൽ നടത്തിയ പരികലനങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കുന്നു.... അങ്ങനെ, കടൽ ഉപരിതലത്തിൽ ബാഷ്പീകൃതമാകുന്ന വെള്ളം രണ്ടു കൃത്യങ്ങൾ നിർവഹിക്കുന്നുണ്ട് : കടലിൽ നിന്നു താപം സംഭരിച്ചുകൊണ്ടാണ് അന്തരീക്ഷത്തിൽ ബാഷ്പം പ്രവേശിക്കുന്നത്. അന്തരീക്ഷത്തിലെത്തിയാൽ താപശേഖരം അതു തുടർന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. കൂടാതെ, ദ്രവരൂപത്തിലുള്ള വെള്ളത്തെക്കാൾ എത്രയോ കൂടുതലാണ് നീരാവിയുടെ ചലനശേഷി. ഒരു സ്ഥലത്തു സമാഹരിക്കപ്പെടുന്ന താപം വിദൂരസ്ഥലങ്ങളിലേക്കു കാറ്റിൽ എളുപ്പത്തിൽ ആവാഹിക്കപ്പെടുന്നു എന്നതാണ് ഇതിൻെറ ഫലം. നീരാവി ഘനീഭവിക്കുമ്പോൾ, അത് എവിടെ സംഭവിച്ചാലും, അതിൽ ലീനമായിരിക്കുന്ന ഊർജം വിമുക്തമാകുന്നു. ഭൂതലത്തിലെ താപവിതരണത്തിൽ വെള്ളത്തിൻെറ ബാഷ്പീകരണം എത്ര നിർണായക പങ്കാണു വഹിക്കുന്നതെന്നും, കടലും അന്തരീക്ഷത്തിലെ ജലബാഷ്പവും അതിബൃഹത്തായ താപസംഭരണികളായി എന്തുകൊണ്ടു കണക്കാക്കപ്പെടുന്നുവെന്നും കാണുവാൻ പ്രയാസമില്ല" ('മഹത്തും വിശാലവുമായ കടൽ', ആർ. ഇ. കോക്കർ, പേ.164).

ഹിമീഭവിക്കുമ്പോൾ വെള്ളം വികസിക്കുന്നു

ഹിമീഭവിക്കുമ്പോൾ വികസിക്കുന്നുവെന്നതാണ് വെള്ളത്തിന്റെ ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട ഒന്നാമത്തെ ഗുണം. ഇതിന്റെ പ്രാധാന്യം വളരെ വലുതാണ്. കൂടിയ ശീതാവസ്ഥ കാരണം ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിൽ നിരന്തരം ഹിമം രൂപീകൃതമാവുന്നുണ്ട്. എന്നാൽ, അങ്ങനെ രൂപീകൃതമാവുന്ന ഹിമം ബലമുള്ള ഒരു മൂടിയെപ്പോലെ കടലിന്റെ ഉപരിതലത്തിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നു. കീഴെയുള്ള കടൽവെള്ളത്തിൽ നിന്ന് കൂടുതൽ താപം നഷ്ടമാകുന്നതിനെ ഇതു ഫലവത്തായി തടയുന്നു. സൂര്യപ്രകാശം വരുമ്പോൾ, വെള്ളം ചെയ്യുമായിരുന്നതിനേക്കാൾ വേഗത്തിലും കൂടിയ അളവിലും സൂര്യതാപത്തെ ഹിമം വലിച്ചെടുക്കുന്നു. സമുദ്രങ്ങളുടെ താപസംതുലനം വളരെ പെട്ടെന്നു പുനസ്ഥാപിക്കുവാൻ ഇതു സഹായകമാവുന്നു. കൂടാതെ, കടലിന്റെ കീഴ്ഭാഗങ്ങളിൽ ഹിമീകൃതമാകാതെ വെള്ളം അവശേഷിക്കുന്നതിനാൽ ഈ പ്രദേശങ്ങളിൽ കഴിയുന്ന ജീവികൾക്ക് ഹാനിയൊന്നും സംഭവിക്കുന്നില്ല.

സ്വാഭാവികമായി രൂപീകൃതമാവുന്ന ഹിമത്തിന്റെ ഭീമഖണ്ഡങ്ങളാണ് ഐസ്ബർഗുകൾ. സൂര്യപ്രകാശത്തിന്റെ സ്വാധീനത്തിനു വിധേയമായി ധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിൽ നിന്നു വിച്ഛേദിക്കപ്പെടുമ്പോൾ അവ വെള്ളത്തിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുകയും സാധാരണയായി കൂടുതൽ ചൂടും ലവണതയുമുള്ള പ്രദേശങ്ങളിലേക്ക് നീങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു. തികച്ചും അന്യമായ ഈ പരിസ്ഥിതികളിൽ ഐസ്ബർഗുകൾ എളുപ്പത്തിൽ അലിയുകയും ചുറ്റുമുള്ള ജലത്തിലെ ലവണതയെ ലഘൂകരിക്കുന്നതിൽ പങ്കുവഹിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അങ്ങനെ, ജലവിനിമയത്തിലും, സമുദ്രങ്ങളിലെ ഉഷ്ണമേഖലകളും ശീതമേഖലകളും തമ്മിലുള്ള താപവ്യത്യാസം, ലവണവ്യത്യാസം തുടങ്ങിയ ഗുണങ്ങളെ മിതപ്പെടുത്തുന്നതിലും, ഐസ്ബർഗിന്റെ പൊങ്ങിക്കിടക്കുവാനുള്ള ശേഷി സഹായകമാവുന്നു.

ലവണത ഒരു അനുഗ്രഹം

സമുദ്രത്തിലെ വെള്ളം ഉപ്പുള്ളതാകയാൽ കുടിക്കുവാനോ കൃഷിക്കോ അത് ഉപയുക്തമാകുന്നില്ല എന്നതു ശരിയാണ്. എന്നാൽ, കടലിൽ ശുദ്ധജലമായിരുന്നെങ്കിൽ ഭൂമിയിൽ ജീവൻെറ നിലനില്പു പോലും സാധ്യമാകുമോ എന്നതു സംശയകരമാണ്. ഭൂതലത്തിൽ എവിടെയും ഉള്ള സ്വാഭാവികാവസ്ഥയിലെ താപവ്യതിയാനങ്ങൾ പരിമിതമായ ഒരു സീമയ്ക്കകത്താണ് എന്ന കാരണത്താലാണ് ഭൂമിയിൽ ജീവൻെറ നിലനിൽപു സാധ്യമായിരിക്കുന്നത്. കാലാവസ്ഥകളിലെ ഈ മിതത്വം കൈവന്നിട്ടുള്ളതാകട്ടെ, സമുദ്രങ്ങൾക്കകത്തെ വളരെ സങ്കീർണവും സർവാശ്ലേഷിതവുമായ ജലചംക്രമണം കാരണമാണ്. ഉഷ്ണജലപ്രവാഹം ശീതപ്രദേശങ്ങളിലേക്ക് ഒഴുകുന്നു. അതുപോലെ, ജലനീക്കങ്ങളുടെ വ്യാപകമായ വ്യവസ്ഥ ശീതജലത്തെ ഉഷ്ണ-ഉപോഷ്ണ മേഖലകളിലേക്കും കൊണ്ടുപോകുന്നു. ഇക്കാര്യം മറ്റൊരധ്യായത്തിൽ വായിക്കാം. കടലുകളിൽ ഈ പ്രവാഹങ്ങളെല്ലാം രൂപമെടുത്തിരിക്കുന്നത് അതിൻെറ ലവണസ്വഭാവം കാരണമാണ്. സമുദ്രങ്ങളിൽ ജലചംക്രമണവ്യവസ്ഥ സൃഷ്ടിക്കുന്നതിലെ ഏറ്റവും നിർണായകമായ ആന്തരികഘടകം ലവണതയാണ്. ഉഷ്ണമേഖലകളിൽ ഉപരിതലജലത്തെ സൂര്യൻ തപിപ്പിക്കുമ്പോൾ അതു ചൂടാവുകയും ചുറ്റുമുള്ള ജലത്തെക്കാൾ ഭാരമില്ലാത്തതായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു. താപം, ലവണത എന്നിവയുടെ കാര്യത്തിൽ ഒരു ചെരിവുമാനം ഉണ്ടാകുവാൻ ഇതു ഹേതുകമാവുന്നു. ചൂടായ വെള്ളം സമീപപ്രദേശങ്ങളിലേക്കു പ്രവഹിക്കുന്നു എന്നതാണ് ഫലം. കൂടുതൽ ശീതളവും സാന്ദ്രവുമായ കീഴ്ജലം ഈ വിടവു നികത്തുവാൻ ഒഴുകിയെത്തുന്നു. ഇങ്ങനെ ഒരു സ്ഥലത്തു ജലചലനമുണ്ടാകുമ്പോൾ, ജലവിഭവം അവിഭാജ്യമായതുകാരണം, സമുദ്രത്തിൻെറ മറ്റെല്ലാഭാഗത്തും തൽസമമായ നീർനീക്കങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഒരു ആഗോള ജലചംക്രമണ വ്യവസ്ഥയുടെ രൂപീകരണത്തിന് ഇതു വഴിതെളിയിക്കുന്നു. കടലുകളിൽ ശുദ്ധജലമാണുണ്ടായിരുന്നതെങ്കിൽ, ലവണതാചെരിവുമാനം സൃഷ്ടിക്കപ്പെടുകയോ ശക്തമായ

ഒരു ജലചംക്രമണവ്യവസ്ഥ രൂപപ്പെടുത്തുകയോ ചെയ്യുമായിരുന്നില്ല. ഭൂമിയിലെ ശീതസ്ഥലങ്ങൾ അതിശീതളമായും ഉഷ്ണപ്രദേശങ്ങൾ അത്യുഷ്മളമായും ആയി അവശേഷിക്കുകയെന്നതും കരയിലെ ആവാസയോഗ്യമായ സ്ഥലം വളരെ പരിമിതമായിപ്പോവുകയെന്നതുമായിരിക്കും ഇതിൻെറ ഫലം. മറ്റൊരു വിധത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ കടൽവെള്ളത്തിൽ ഉപ്പില്ലായിരുന്നുവെങ്കിൽ, ഭൂമിയിലെ ജീവൻെറ നിലനില്പിനും ക്ഷേമത്തിനും സമുദ്രങ്ങളിലെ താപസമ്പത്ത് ഒരു സംതുലനഘടകം ആകുന്നതിനു പകരം, തടസ്സഘടകം ആയിത്തീരുമായിരുന്നു.

കടൽവെള്ളം വറ്റിച്ചാണ് സാധാരണയായി കറിയുപ്പ് ഉത്പാദിപ്പിക്കുന്നത്. അങ്ങനെ ഉൽപ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ഉപ്പിൽ സോഡിയം ക്ലോറൈഡ് (ശുദ്ധമായ ഉപ്പ്) മാത്രമല്ല, കടലിൽ വിലയിതമായിരിക്കുന്ന മറ്റു പല ലവണങ്ങളും, ചില നിലംബിതപദാർഥങ്ങൾ പോലും ഉൾപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. കടൽവെള്ളത്തിൻെറ യഥാർഥ രാസവിശ്ലേഷണം പട്ടിക IIIൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. വിലയിതഉപ്പുകളിൽ സാധാരണയായുള്ള മൂലകങ്ങൾ പട്ടിക IV ലും കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

പട്ടിക IV

കടലുപ്പിൻെറ രാസസംരചന, സഹസ്രമാനത്തിൽ

മൂലകം	*സഹസ്രമാനത്തിൽ*
ക്ലോറിൻ (Cl)	18.98
സോഡിയം (Na)	10.56
മഗ്നീഷിയം (Mg)	1.27
സൾഫർ (S)	0.88
കാൽസ്യം (Ca)	0.40
പൊട്ടാസ്യം (K)	0.38
ബ്രോമിൻ (B)	0.065
കാർബൺ (C)	0.28
സ്ട്രോൺഷ്യം (Sr)	0.013
ബോറോൺ (B)	0.005

ശരാശരി ലവണതയുടെ ആയിരത്തിൽ 33.0 ഭാഗവും ഈ പത്ത് ഇനങ്ങളാണ്. ആയിരത്തിൽ ബാക്കിയുള്ള 2.0 ഭാഗം പട്ടിക III ൽ സൂചിപ്പിച്ചതുപോലെ, മറ്റ് അനേകം മൂലകങ്ങൾ ഉൾപ്പെട്ടതാണ്. (ആയിരം ഭാഗങ്ങളിൽ 35 ഭാഗം മാത്രമാണ് ഉപ്പുകൾ ; ബാക്കി 965 ഭാഗം ശുദ്ധ ജലമാണ്.)

വിഭിന്ന പ്രദേശങ്ങൾ തമ്മിലും വിഭിന്ന ആഴങ്ങൾ തമ്മിലുമുള്ള ലവണതാവ്യതിയാനങ്ങൾ പലപ്പോഴും നിർണായകമാണ്. കടലുകളുടെ സക്രിയതയ്ക്ക് ഉത്തരവാദിയായ അടിസ്ഥാന ഘടകം എന്ന നിലയിൽ ലവണതാവ്യതിയാനങ്ങൾ രാസസമുദ്രശാസ്ത്രജ്ഞൻ നേരിടുന്ന മുഖ്യ പ്രശ്നമാണ്. വിവിധ കടലുകളുടെ സവിശേഷ ലക്ഷണങ്ങളെയും, ലവണതാവ്യതിയാനങ്ങൾ ബന്ധപ്പെട്ട മറ്റു ഘടകങ്ങൾ എന്നിവയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ കണ്ടെത്താവുന്നതാണ്.

നിലംബിതപദാർഥങ്ങൾ

വിലയിത പദാർഥങ്ങൾക്കു (കാർബണികവും അകാർബണികവും) പുറമെ, അപരിമേയമായ അളവിൽ നിലംബിതപദാർഥങ്ങൾ സർവസമുദ്രങ്ങളിലും വിതറിക്കിടപ്പുണ്ട്, പ്രത്യേകിച്ച് തീരത്തോടടുത്ത ജലങ്ങളിൽ. നിലംബിത വസ്തുക്കൾ വിവിധ ഉറവിടങ്ങളിൽ നിന്നുവന്നെത്തുന്നു. ഒന്നാമത്തേത് കരജന്യം തന്നെ–അതായത്, കരയിൽനിന്നു കടലിൽ എത്തുന്ന പദാർഥങ്ങൾ. കരയുടെ ചെലവിൽ കടലിലെത്തുന്ന പദാർഥങ്ങളുടെ അളവ് അവിശ്വസനീയമാം വിധം ഭീമമാണ്. അങ്ങനെ വന്നെത്തുന്ന പദാർഥങ്ങളിൽ വിലേയമായവ ക്രമത്തിൽ കടൽവെള്ളത്തിൽ ലയിക്കുന്നു. അവിലേയമായ വസ്തുക്കൾ ജലപ്രവാഹങ്ങളിൽപ്പെട്ട് സമുദ്രത്തിൻെറ വിവിധ ഭാഗങ്ങളിൽ എത്തുന്നു. ഇവയിൽ താരതമ്യേന വലിയ ഘടകങ്ങൾ ഗുരുത്വാകർഷണത്തിൽപ്പെട്ട് അടിത്തട്ടിലേക്കു നിപതിക്കുന്നു. എന്നാൽ, സൂക്ഷ്മ പദാർഥങ്ങൾ അത്ര എളുപ്പത്തിൽ നിപതിക്കാത്തതു കാരണം വളരെക്കാലത്തോളം നിലംബിതാവസ്ഥയിൽ വെള്ളത്തിൽ കഴിയുന്നു. സമുദ്രങ്ങളിലെ നിലംബിതപ

ദാർഥങ്ങളുടെ അളവ് വിവിധ പ്രദേശങ്ങളിലും വിവിധ ജല സ്തരങ്ങളിലും വിവിധകാലങ്ങളിൽ വ്യത്യസ്തമാണ്. കരയിൽ നിന്നുള്ള ജലപ്രവാഹം, കരയിൽനിന്നു കടലിലേക്കു വീശുന്ന കാറ്റുകൾ, കടലുകൾക്കകത്തു തന്നെയുള്ള പ്രവാഹങ്ങളുടെ ശക്തിയും ദിശയും എന്നിവയെല്ലാം അവയെ സ്വാധീനിക്കുന്നു. സാമാന്യമായി പറഞ്ഞാൽ, കരയോടടുത്ത് കലങ്ങിയിളക്കം കൂടുതലുള്ള പ്രദേശങ്ങളിൽ നിലംബിതപദാർഥങ്ങൾ ധാരാള മാണ്. കരജന്യപദാർഥങ്ങൾ കരയിൽനിന്നകലെയുള്ള സമുദ്ര പ്രദേശങ്ങളിൽ സാധാരണഗതിയിൽ എത്തുന്നില്ല.

കടലിൽ തന്നെയുള്ള മൃതസസ്യങ്ങളുടെയും മൃതജന്തു ക്കളുടെയും ഭാഗങ്ങളും ജീർണാവശിഷ്ടങ്ങളും ആണ് നിലം ബിതകണികകളുടെ രണ്ടാമത്തെ ഉറവിടം. കരയിലെന്നപോലെ കടലിലും ജനനവും മരണവും ശാശ്വതപ്രതിഭാസങ്ങളാ കുന്നു. അതിവിശാലമായ കടലുകളിൽ കോടാനുകോടി ജീവി കൾ നിമിഷംപ്രതി ജനിക്കുകയും മരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. മര ണത്തിനുശേഷം അനിവാര്യമായും അവ വിഘടിക്കുകയും ഗുരുത്വാകർഷണത്തിൽപെട്ട് അടിത്തട്ടിൽ പതിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അടിത്തട്ടിലേക്കുള്ള പ്രയാണത്തിലോ, അവിടെ എത്തിയശേഷമോ വിലേയഘടകങ്ങൾ വെള്ളത്തിൽ ലയി ക്കുന്നു. എന്നാൽ, ധാരാളം വസ്തുക്കൾ തുടർന്നും വെള്ള ത്തിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കുന്നുണ്ട്. ജലചലനംമൂലം ഉണ്ടാകുന്ന ഊർധ്വമർദം, മുങ്ങുവാനുള്ള പ്രവണതയെ ഉദാസീനമാ ക്കുന്നു എന്നതാണ് ഇതിനു കാരണം. അങ്ങനെ നിലംബിതവ സ്തുക്കൾക്ക് കടലുകളിൽ ഒരു തരം നർത്തകജീവിതം ആണു ള്ളതെന്നു പറയാം. സമുദ്രങ്ങളിൽ സർവ ആഴങ്ങളിലും നിലം ബിതവസ്തുക്കൾ കാണപ്പെടുന്നു.

ഉൽക്കകൾ പോലെ ആകാശത്തുനിന്നുള്ള കരേതരജന്യ വസ്തുക്കളും കടലിൽ വീഴുന്നുണ്ട്. പേരു തന്നെ സൂചിപ്പിക്കു ന്നതുപോലെ, ഭൂമിക്കു വെളിയിൽ നിന്നാണ് ഇവ സമാഗതമാ വുന്നത്. നാം സാധാരണ കരുതുന്നതിലും വലുതാണ് ഭൂമിയിൽ നിപതിക്കുന്ന ഇത്തരം വസ്തുക്കളുടെ അളവ്.

വിലയിതവാതകങ്ങൾ

വിലയിതവും നിലംബിതവുമായ പദാർഥങ്ങൾക്കു പുറമെ, കടൽവെള്ളത്തിൽ ഏതാനും വാതകങ്ങളും ലയിച്ചിരിപ്പുണ്ട്. ഈ വാതകങ്ങളിൽ ഏററവും പ്രധാനമായത് ഓക്സിജൻ ആകുന്നു. കടൽ നിരപ്പും അന്തരീക്ഷവും തമ്മിലുള്ള പരസ്പര പ്രക്രിയയിലൂടെയാണ് കടൽവെള്ളത്തിൽ ആദ്യമായി ഓക്സിജൻ സംഭരിക്കപ്പെടുന്നത്. കാറ്റുകളും, അലകളും വെള്ളത്തിൻെറ മറ്റു ചംക്രമണ ചലനങ്ങളും ഈ പ്രക്രിയയെ സഹായിക്കുന്നു. കടലിൽ ജീവിക്കുന്ന കോടാനുകോടി സസ്യങ്ങളും ജന്തുക്കളും ശ്വാസനത്തിന് ഓക്സിജൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. സസ്യപ്ലവകങ്ങൾ, മറ്റുകടൽസസ്യങ്ങൾ എന്നിവയുടെ പ്രകാശസംശ്ളേഷണ പ്രക്രിയകളാണ് ഓക്സിജൻെറ രണ്ടാമത്തെ ഉറവിടം. ഏതെങ്കിലും സമുദ്രപ്രദേശത്തെ വിലയിത ഓക്സിജൻെറ അളവ് ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നത് മേല്പറഞ്ഞ രണ്ടു വിരുദ്ധപ്രക്രിയകൾ തമ്മിൽ നിലനില്ക്കുന്ന സംതുലനാവസ്ഥയെയാണ് – ഒരു വശത്തു സസ്യങ്ങളും ജന്തുക്കളും ശ്വാസനത്തിനായി ഓക്സിജൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. മറുവശത്ത്, പ്രകാശസംശ്ലേഷണത്തിലൂടെയും, അന്തരീക്ഷവും കടൽജലവും തമ്മിലുള്ള പ്രക്രിയയിലൂടെയും കടലിൽ ഓക്സിജൻ നിരന്തരം ചേർക്കപ്പെടുന്നു. ഉപരിതലത്തിലെ ഒരു ലിറ്റർ വെള്ളത്തിൽ പരമാവധി 10 മില്ലീലിറ്റർ വരെ വിലയിതഓക്സിജൻ ഉണ്ടാവാം. ഇങ്ങനെ ലഭ്യമാകുന്ന ഓക്സിജൻ കടൽ ജീവികൾ ക്രമത്തിൽ ശ്വാസനത്തിന് ഉപയോഗിക്കുന്നു. എന്നാൽ, ആഴത്തിലുള്ള ഇരുണ്ട ജലസ്തരങ്ങളിൽ, ഓക്സിജൻെറ നഷ്ടം നികത്തുവാൻ പ്രകാശസംശ്ലേഷണം നടക്കുന്നില്ല. അതായത്, ഓക്സിജൻ ഉത്പാദനവും ഓക്സിജൻ ഉപഭോഗവും ഒരു പ്രത്യേകതലത്തിൽ സംതുലിതമാകുന്നു. ഈ തലം സമീകരണ ആഴം എന്നു വിവരിക്കപ്പെടുന്നു.

നൈട്രജൻ, കാർബൺഡയോക്സൈഡ് എന്നിവയാണ് കടൽ വെള്ളത്തിലെ മററു രണ്ടു വിലയിത വാതകങ്ങൾ. നിരന്തരമായ അന്തരീക്ഷ – ജലതല പരസ്പര പ്രവർത്തനങ്ങൾ കാരണമാണ് നൈട്രജൻ വിലയിതമാവുന്നത്. എന്നാൽ, അന്ത

രീക്ഷത്തിലെപ്പോലെ കടൽ വെള്ളത്തിലും നൈട്രജനു ജൈവപരമായ ഉപയോഗം ഒന്നുമില്ലെന്നു തോന്നുന്നു. കാർബൺ ഡയോക്സൈഡ് കേന്ദ്രീകൃതമായി കാണപ്പെടുന്നില്ല. പ്രകാശ സംശ്ളേഷണ പ്രക്രിയയിലൂടെ സസ്യങ്ങൾ അതിനെ നിരന്തരം നീക്കം ചെയ്യുന്നതാണ് കാരണം. "കടലിൽ കാർബൺഡയോക്സൈഡുകൾ നിരവധിരൂപത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നു. (1) യഥാർഥ വിലയനമായിട്ട്. (2) സൂക്ഷ്മമായ അളവിൽ അവിയോജിതമായ കാർബണിക് അമ്ളരൂപത്തിൽ, H_2CO_2. (3) വിയോജിതമായ കാർബണിക് അമ്ലരൂപത്തിൽ, HCO_3. (4) അല്പം മാത്രം വിലേയമായ കാർബണേററുകളായിട്ട്. (5) കൂടുതൽ വിലേയമായ ബൈകാർബണേററുകളായിട്ട്. സ്ഥിര അമ്ളറേഡിക്കലുകളുടെ തുലനമാനത്തെക്കാൾ കൂടുതൽ അളവിൽ അടിസ്ഥാനപദാർഥങ്ങൾ, കാൽസ്യം, മഗ്നീഷ്യം മുതലായവ കടൽവെള്ളത്തിൽ ഉള്ളതു കാരണമാണ് കാർബണേററുകളും ബൈകാർബണേററുകളും ഉണ്ടാവുന്നത്. ഈ അടിസ്ഥാനപദാർഥങ്ങൾ കടലിലെ 'ആൽക്കലി കരുതൽ സംഭരണ'മാണ്. കാർബോണിക് അമ്ളവുമായുള്ള ചഞ്ചല സംയോഗത്തിലൂടെ സസ്യങ്ങളുടെ ഉപയോഗത്തിനായി CO_2 നിലനിർത്തുന്നതിൽ ആൽക്കലി കരുതൽ സംഭരണത്തിനു ഗണ്യമായ പ്രാധാന്യമുണ്ട്. ബേസുകളുമായി അദൃഢമോ സ്ഥിരമോ ആയ സംയോഗങ്ങൾ രൂപീകരിക്കുന്നതിൽ കാർബൺഡയോക്സൈഡിനുള്ള കഴിവ്, കടൽ വെള്ളത്തിലെ ആസിഡ്-ബേസ് സംതുലനം നിലനിർത്തുന്നതിനു സഹായകമാവുന്നു. എല്ലാതരം ജീവികൾക്കും കൂടുതൽ അനുകൂലതരമായ ഒരു അവസ്ഥ സൃഷ്ടിക്കുന്നതിനും ഇതു സഹായകമാണ്. ഒരു ലിററർ കടൽവെള്ളത്തിലെ യഥാർഥ കാർബൺഡയോക്സൈഡ് വിലയനത്തിൻെറ അളവ് ഘന സെ.മീ. യുടെ ദശാംശങ്ങൾ ആയാണ് അളക്കേണ്ടതെങ്കിലും, സ്വതന്ത്രരൂപത്തിലോ സംയുക്താവസ്ഥയിലോ 45-50 ഘ.സെ.മീ. വരെ സാധാരണയായി കാണപ്പെടുന്നുണ്ട്. സ്വതന്ത്ര ഓക്സിജൻെറ അളവ് 5-10 ഘ.സെ.മീ. മാത്രമാണെന്നും ഓർക്കുക. മൂന്നിൽ രണ്ടുഭാഗം അധികബേസ് കാർബണേററുകൾ ആയാണുള്ളത്. തീരെ

അസ്ഥിരമായതു കാരണം സസ്യങ്ങൾക്കു അതു കാർബൺഡയോക്സൈഡു പ്രദാനം ചെയ്യുന്നു. ഇക്കാരണത്താൽ കടൽ വെള്ളത്തിലെ CO_2 വിന്റെയും ബേസുകളുടെയും ചഞ്ചല സംയോഗങ്ങൾ സസ്യങ്ങൾക്കു ഒരുതരം ബാങ്ക് അക്കൗണ്ടു പോലെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു. അതായതു്, നിയതമായ നിക്ഷേപത്തെയും പിൻവലിക്കലിനെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു സുപ്രധാനമായ CO_2 വിന്റെ ലഭ്യത." (കോക്കർ, നേരത്തെ ഉദ്ധരിച്ച പുസ്തകം, പേ. 88).

കരയിലെന്നപോലെ കടലിലും താപത്തിന്റെ ഉറവിടം സൂര്യനാണ്. പകൽസമയത്ത് കടൽപ്പരപ്പ് സൂര്യതാപത്തെ വലിച്ചെടുക്കുന്നു. ഇത് ഏററവും കൂടുതൽ നടക്കുന്നത് ഉഷ്ണമേഖലയിലും ഏററവും കുറച്ചുനടക്കുന്നത് ധ്രുവങ്ങളിലുമാകുന്നു. ഇങ്ങനെ ലഭിക്കുന്ന താപം ചാലനം, സംവഹനം എന്നിവയിലൂടെ മററുപ്രദേശങ്ങളിലേക്കും മററു ജലസ്തരങ്ങളിലേക്കും വിനിമയം ചെയ്യപ്പെടുന്നു. കടൽവെള്ളത്തിന്റെ ലവണത, വിലയിതവാതകങ്ങൾ, മററു രാസഗുണങ്ങൾ എന്നിവയെ താപം സ്വാധീനിക്കുന്നു. വാസ്തവത്തിൽ ഈ രാസഗുണങ്ങളിൽ ഓരോന്നിനും താപവുമായി സുവ്യക്തമായ ബന്ധങ്ങൾ ഉണ്ട്. ഉദാഹരണമായി, വാതകങ്ങളുമായി താപത്തിനു വിപരീതാനുപാതമാണുള്ളതു്. താപം വർധിക്കുമ്പോൾ വിലയിതാവസ്ഥയിലുള്ള വാതകങ്ങൾ കുറയുന്നു. ആർട്ടിക്ക് ജലത്തിൽ ഉഷ്ണമേഖലാ ജലത്തിലുള്ളതിനേക്കാൾ എത്രയോ കൂടുതൽ ഓക്സിജനും കാർബൺഡയോക്സൈഡും കാണപ്പെടുന്നു എന്നതാണ് ഇതിന്റെ ഫലം. ലവണത താപത്തിനനുസൃതമായി കുറയുന്നു. എന്നാൽ, ഈ രണ്ടു ഘടകങ്ങളുടെ പരസ്പര ബന്ധം വളരെ സങ്കീർണം ആകുന്നു. കടലിലെ ഏതു ജലപിണ്ഡത്തിന്റെയും നിർണായക സവിശേഷത ഈ രണ്ടു ഘടകങ്ങൾ നിശ്ചയിക്കുന്നു. സമാനമായ അക്ഷരേഖകളിലും ദിവസത്തിലെ സമാനമായ സമയങ്ങളിലും ഉപരിതലതാപം ഏതാണ്ട് ഏകരൂപമാണ്. എന്നാൽ ആഴം വർധിക്കുന്നതിന്നനുസരിച്ച് അത് അതിവേഗം കുറയുന്നു. ഹ്രസ്വമായ ഒരു ആഴസീമയ്ക്കുള്ളിൽ താപമാററം സംഭവിക്കുന്ന ജലസ്തരത്തെ 'തെർ

മൊക്ളൈൻ' എന്നുവിവരിക്കുന്നു. തെർമൊക്ളൈൻ എത്തിക്കഴിഞ്ഞാൽ ജലസ്തരത്തിനു കീഴെ താപവ്യതിയാനങ്ങൾ വളരെ ചെറുതാണ്. രാസഗുണങ്ങളുടെ വിതരണത്തിലും തെർമൊക്ളൈനിനു നിർണായക സ്ഥാനമുണ്ട്. കടലിൽ കഴിയുന്ന ജീവജാലങ്ങൾക്കും ജലാന്തരവാഹിനികളിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന മനുഷ്യർക്കും തെർമൊക്ളൈൻ സുപ്രധാന ഘടകമാണ്.

വിലയിത വസ്തുക്കളുടെ (നിലംബിത കണികകളുടെയും) വിതരണത്തിനു കടലിന്റെ സമ്പദ്വ്യവസ്ഥയിൽ ഗണ്യമായ പ്രാധാന്യമുണ്ട്. ജീവികളുടെ സാന്നിധ്യം, അസാന്നിധ്യം, സമൃദ്ധി എന്നിവയെ അതു നിർണയിക്കുന്നു. സസ്യങ്ങളുടെ തുടർച്ചയായ ഉല്പാദനം മൂലം ഉപരിതലജലത്തിലെ പോഷകങ്ങൾ ശോഷിക്കുന്നു. കരയിൽ നിന്നെത്തുന്ന പദാർഥങ്ങൾ കരയോര ജലങ്ങളിൽ ഈ വിടവു നികത്തുന്നു. വേറെ ചില സ്ഥലങ്ങളിൽ കലങ്ങിയിളക്കം, ആഗമന പ്രവാഹങ്ങൾ തുടങ്ങിയ കടലിലെ പ്രകൃതി പ്രതിഭാസങ്ങൾ പോഷക സംതുലനം സാധിക്കുന്നു. എന്നാൽ, പോഷക പദാർഥങ്ങൾ ഇങ്ങനെ പ്രതിസ്ഥാപിക്കപ്പെടാത്ത ധാരാളം പ്രദേശങ്ങൾ സമുദ്രങ്ങളിലുണ്ട്. ഇവിടങ്ങളിൽ ജൈവോല്പാദനം തീരെ കുറവാണ്. 'കടൽ മരുപ്രദേശങ്ങൾ' എന്നാണ് ഇവ വിവരിക്കപ്പെടുന്നത്. കടൽ മരുപ്രദേശങ്ങളിൽ ഏററവും പ്രസിദ്ധമായത് സർഗാസൊ കടൽ (അത്ലാന്തിക് സമുദ്രം) ആകുന്നു. ജലപ്രവാഹങ്ങളും ജീവസമ്പത്തും ഇവിടെ ശൂന്യം തന്നെ.

കടലിന്റെ ഉത് പാദനക്ഷമതയെ നിലംബിതപദാർഥങ്ങളും സ്വാധീനിക്കുന്നു. കണികകളുടെ സാന്നിധ്യം കൂടുതൽ ആകുമ്പോൾ സൂര്യരശ്മിപ്രവേശം തടയപ്പെടുന്നു. കണികകൾ സൂര്യകിരണങ്ങളെ പ്രകീർണനം ചെയ്യുന്നതുകൊണ്ടാണിത്. സസ്യോല്പാദനത്തിന്റെയും ജന്തുല്പാദനത്തിന്റെയും ന്യൂനനത്തിന് ഇതു വഴിതെളിയിക്കുന്നു. നിലംബിത വസ്തുക്കൾ സമൃദ്ധമാണെങ്കിൽ ജന്തുക്കളുടെ ശ്വസനവും പ്രയാസകരമാവുന്നു.

പരിമിതമായ എണ്ണം രാസവസ്തുക്കൾ മാത്രമേ ഇന്നു കടലിൽ നിന്നു ഖനിക്കപ്പെടുന്നുള്ളൂ. ഇവയിൽ ഏററവും

പ്രധാനമായതു മഗ്നീഷ്യം ആകുന്നു. വിമാനവ്യവസായത്തിലെ ഒരു സുപ്രധാന ധാതുപദാർഥമായ ഈ ലോഹത്തിന്റെ ഭീമഭാഗം ലോകത്തെമ്പാടും ഇപ്പോൾ കടലിൽ നിന്നാണ് നിഷ്കർഷിക്കപ്പെടുന്നത്. ബ്രോമിനും നല്ല അളവിൽ നിഷ്കർഷിക്കപ്പെടുന്നു. പലതരം ചായങ്ങൾ, ഫോട്ടോഗ്രാഫിക് രാസവസ്തുക്കൾ, ഗാസൊലിൻ തുടങ്ങിയവയിൽ അതിപ്രധാന ഘടകമാണ് ബ്രോമിൻ. അയോഡിൻ നിഷ്കർഷിക്കുന്നത് കടൽക്കളകളിൽ നിന്നാകുന്നു.

"യുഗങ്ങളായി കരയിൽ പെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന മഴ, വിലേയമായ പോഷകവസ്തുക്കളെയെല്ലാം കഴുകിക്കളയുകയും നദികളിലൂടെ അവയെ പേറിക്കൊണ്ടുവന്നു കടലുകളെ പോഷക സമ്പന്നമാക്കുകയും ചെയ്തു. ഈ പ്രക്രിയ കാരണം കടലുകൾ ലോകത്തിലെ ഏതാണ്ട് എല്ലാ വിലേയപോഷകങ്ങളുടെയും ഒരിക്കലും വററാത്ത സംഭരണിയായിത്തീർന്നു. സുപരിചിതമായ പോഷകങ്ങൾ, യൗകീകൃതനൈട്രജൻ, ഫോസ്ഫോറസ്, പൊട്ടാഷ് തുടങ്ങിയവ മാത്രമല്ല, അയോഡിൻ, ഫ്ല്യൂഓറിൻ, ബോറോൺ, മാംഗനീസ്, ചെമ്പ്, സിങ്ക് തുടങ്ങിയ അനിവാര്യമായ ഒട്ടനവധി അപൂർവമൂലകങ്ങളും ഇതിൽപെടുന്നു. ജീവന് ഇനിയും അനിവാര്യമെന്നുകണ്ടേക്കാവുന്ന മററു വസ്തുക്കളും കടലുകളിലുണ്ട്. മനുഷ്യരാശിക്ക് ആവശ്യമായ മുഴുവൻ രാസവസ്തുക്കളും കടലിൽ നിന്നു വേർപെടുത്തിയെടുക്കുകയോ, അല്ലെങ്കിൽ കൈവശമുള്ള രാസവസ്തു മുഴുവൻ മനുഷ്യരാശി കടലിൽ കൊണ്ടുപോയിത്തള്ളുകയോ ചെയ്താൽ പോലും, കടലിന്റെ രാസസംരചനയിൽ നിസ്സാരമായ മാററം പോലും തിരിച്ചറിയുവാൻ ഒക്കുകയില്ല. കടലിലെ സസ്യങ്ങളും ജന്തുക്കളും ഈ പദാർഥങ്ങൾ ശേഖരിക്കുകയും സാന്ദ്രീകരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അവയെ ബന്ധിച്ച് കരയിൽ കൊണ്ടുവരുമ്പോൾ, കരയിൽ നിന്നു നേരത്തെ അപഹരിക്കപ്പെട്ട വിഭവത്തിന്റെ ഒരു സൂക്ഷ്മാംശം മാത്രം നാം തിരികെ കൊണ്ടുവരുന്നു. പോഷകപദാർഥങ്ങളുടെ കാര്യത്തിൽ സമുദ്രങ്ങൾ ഏററവും വലിയ സംഭരണി മാത്രമല്ല, ഗുണപരമായ ലോകത്തിലെ ഏററവും സമ്പൂർണമായ പോഷക സ്രോതസ്സു

കൂടിയാണ് ". (ഹാർഡൻ ടെയിലറുടെ 'ഗവേഷണവും പ്രാദേ ശിക ക്ഷേമവും' എന്ന പുസ്തകത്തിൽ നിന്ന്.)

5

ചഞ്ചലമായ കടൽവെള്ളം

സമുദ്രങ്ങളിലെ ജലസമുച്ചയങ്ങൾ ശാശ്വതമായ ചലനത്തിലാണ്. യഥാർഥത്തിൽ സക്രിയതയുടെ പ്രതീകം എന്നു കടൽവെള്ളത്തെ വിവരിക്കാം. ഏററവും ശാന്തമെന്നു തോന്നുന്ന സമയത്തുപോലും, ജലതന്മാത്രകളെ മന്ദമെങ്കിലും ഒരിക്കലുമവസാനിക്കാത്ത ചലനത്തിൽ ആവാഹിക്കുന്ന, നേരിയ അനക്കങ്ങൾ കാണാവുന്നതാണ്. ചിലപ്പോഴൊക്കെ അക്രമാസക്തവും കൊടുംക്രൂരവും ആയിത്തീരാവുന്ന കടലിൻെറ പെരുമാററങ്ങൾ കടൽത്തീരങ്ങളിൽ നിവസിക്കുന്നവർക്കു സുപരിചിതമാണ്. എന്നാൽ, നദികളും ആറുകളും മാത്രം കണ്ടു പരിചയിച്ചിട്ടുള്ള ഉൾനാടൻജനങ്ങൾക്ക് സമുദ്രജലചംക്രമണത്തിൻെറ ഭീമാകാരതയെയോ നിരന്തരതയെയോ വിഭാവനം ചെയ്യുവാൻ പ്രയാസമാണ്. മിതമെങ്കിലും സ്ഥിരമായ ഭൂകമ്പം അനുഭവപ്പെടുന്ന കരയിലൂടെ നടക്കുന്നതുപോലെയാണ് കടലിൽ യാത്ര ചെയ്യുകയെന്നത്. നിങ്ങളുടെ പൃഷ്ടഭാഗം എല്ലായ്പ്പോഴും കുലുങ്ങിക്കൊണ്ടിരിക്കും!

കടപ്പുറത്തുപോയി, മൃദുലവും തൂവൽസമാനവും നുരനിറഞ്ഞതുമായ തിരമാലകളിൽ നിങ്ങളുടെ പാദങ്ങൾ കുതിർക്കുക. പാദസ്പർശം നടത്തിയ ജലം നിമിഷങ്ങൾക്കകം ബാഷ്പീകരിച്ച് അപ്രത്യക്ഷമാവുന്നു, കടങ്കഥയിലെ മായാമോഹിനിയെപ്പോലെ. എന്നാൽ, കടലിലെ ഓരോ തുള്ളിവെള്ളത്തിനും പറയാനുള്ള കഥയിതുതന്നെ. നിങ്ങളുടെ പാദസ്പർശം നടത്തുന്നതിനുമുമ്പ് ഇതേ ജലകണികകൾ അറബി

ക്കടലിലോ അത്‌ലാന്തിക് സമുദ്രത്തിലോ, ഒരുപക്ഷേ ആർട്ടിക് ഹിമത്തിൽതന്നെയോ സുദീർഘമായ ഒരു സഞ്ചാരപഥം പൂർത്തിയാക്കിയിരിക്കാം. ആദ്യവും അന്ത്യവുമില്ലാത്ത അവയുടെ യാത്രയിൽ ഈ ജലകണികകൾ ആർട്ടിക്കിലെയോ അൻറാർട്ടിക്കിലെയോ നിശ്ചലഹിമത്തിൽ കുറെസമയം ചെലവഴിച്ചിരിക്കാം, അല്ലെങ്കിൽ ഉഷ്ണമേഖലയിലെ സ്വതന്ത്ര അന്തരീക്ഷത്തിൽ ബാഷ്പകണികകളായി തത്തിപ്പറന്നിരിക്കാം. മഴത്തുള്ളികളുടെ രൂപത്തിൽ ഭൂമിയിൽ വർഷിക്കുകയും, പിന്നീട്, കുതിച്ചുപായുന്ന ഏതെങ്കിലും മലയാറിൽപ്പെട്ട് വീണ്ടും കടലിലേക്കു യാത്രയാവുകയും ചെയ്തുകൊണ്ട് കരയിൽ ചില ഭാഗങ്ങളിലും അവ സഞ്ചരിച്ചിരിക്കാം. അനന്തമായ പുനർജന്മങ്ങളുടെയും അവിശ്രാമമായ യാത്രകളുടെയും കഥയാണത്.

കടലിൻെറ ചലനാത്മകത വ്യക്തമാക്കുവാൻ ഒരു സംഭവം വിവരിക്കാം. ബൃഹത്തും സുദീർഘവുമായ സമുദ്രയാത്ര ചെയ്യാനുള്ള തയ്യാറെടുപ്പോടെ, 'ഗ്രിഫ്ററൻ' എന്ന കപ്പൽ 1850-ൽ മധ്യധരണ്യാഴിയിൽ നിന്ന് അത്‌ലാന്തിക് സമുദ്രത്തിലേക്കു പ്രവേശിക്കുകയായിരുന്നു. ചില്ലറ കേടുപാടുകൾ തീർക്കാനുള്ളതു കാരണം നാവികർക്ക് ഒരു ദിവസം വിശ്രമം നല്കിയിരുന്നു. ജിബ്രാൾട്ടർ തീരത്തൂടെ നടക്കുകയായിരുന്ന ചില നാവികർ, പകുതി വെള്ളത്തിൽ മുങ്ങിക്കിടന്ന, നാശാവസ്ഥയിലുള്ള ഒരു 'മരപ്പെട്ടി' കണ്ടെത്തി. തുറന്നുനോക്കിയപ്പോൾ നന്നായി മിനുസപ്പെടുത്തിയ എതാനും ചിരട്ടകൾ അതിൽ അവർ കണ്ടെത്തി. ഗോഥിക് അക്ഷരമാലയിൽ ഏതോ സന്ദേശം ചിരട്ടകളിൽ കൊത്തിവെച്ചിരുന്നു. കൊളമ്പസ് സ്പെയിനിലെ റാണിക്കയച്ച സന്ദേശം ആയിരുന്നു അത്. 350 വർഷങ്ങൾക്കുമുമ്പ് 8000 കി.മീ. ദൂരെ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന അത്‌ലാന്തിക്കിൻെറ മറുകരയിൽ നിന്ന് കടലിലേക്ക് എറിഞ്ഞതായിരുന്നു നാവികർ കണ്ടെത്തിയ പെട്ടി. ചിരട്ടകളിൽ കൊത്തിവെച്ച സന്ദേശം എന്നെങ്കിലും ഐബീരിയൻ തീരത്ത് എത്തിച്ചേരുമെന്ന പ്രതീക്ഷയിൽ അവയടങ്ങിയ പെട്ടി കടലിൽ എറിഞ്ഞതു കൊളമ്പസ് തന്നെയായിരുന്നു. അദ്ഭുതകരമെന്നു പറയട്ടെ, ഉദ്ദിഷ്ടസ്ഥലത്ത് അവ എത്തിച്ചേർന്നു. 'സാന്താ

മേരിയ' എന്ന കപ്പലിന്റെ നഷ്ടവും 'നീന' എന്ന കപ്പലിലെ നാവികരുടെ അച്ചടക്കരാഹിത്യവും സ്വന്തം രാജ്യത്തിലെ രാജ്ഞി അറിയുന്നതിനായി അവരുടെ എളിയ സേവകൻ റിപ്പോർട്ട് ചെയ്തതായിരുന്നു. രാജ്ഞിയോ രാജകുടുംബമോ സന്ദേശം അറിഞ്ഞില്ല. എങ്കിലും മൂന്നര നൂറ്റാണ്ടുകൾക്കു ശേഷം 'ഗ്രിഫ്റ്റൻ' എന്ന കപ്പലിലെ കറങ്ങിയലഞ്ഞ നാവികർ ആകസ്മികമായി അതു കണ്ടെത്തി.

നദിയുടെ മറുകര പൂകുവാൻ ശ്രമിക്കുന്ന ചെറുതോണിയോ വള്ളമോ കരപിടിക്കുന്നതിനുമുമ്പ് നദീപ്രവാഹത്തിൽ കീഴ്പ്പോട്ട് ഒഴുകിപ്പോകുന്നത് ഒരു സാധാരണ കാഴ്ചയാണല്ലോ. ഈ ഏങ്കോൺ പ്രവഹനം ഉണ്ടാക്കിയത് നദീജലത്തിന്റെ ഒഴുക്കാണ്. കടലിന്റെ ഉപരിതലപ്രവാഹത്തിൽ അകപ്പെട്ടുപോകുന്ന പടുകൂറ്റൻ കപ്പലുകൾക്കും ഇതു തന്നെ സംഭവിക്കുന്നു. കടലിൽ അനേകം പ്രവാഹങ്ങൾ ഉണ്ട്. അവയെക്കുറിച്ച് ഈ പുസ്തകത്തിന്റെ മറ്റു ഭാഗങ്ങളിൽ പ്രതിപാദിക്കുന്നുമുണ്ട്. 'സമുദ്രനദികൾ' എന്ന അന്വർഥമായ നാമം ഇവയ്ക്കു നല്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഭൂഗോളത്തിന്റെ ഒരറ്റത്തു നിന്ന് മറ്റെ അറ്റത്തേയ്ക്ക് അതിഭീമമായ അളവിൽ വെള്ളം കടത്തിക്കൊണ്ടുപോകുന്ന ഈ സമുദ്രനദികൾ അക്ഷരാർഥത്തിൽ സമുദ്രത്തെ ഒരു ഏകീകരണ ശക്തിയാക്കി മാറ്റിയിരിക്കുന്നു.

കടലുകളുടെ അടങ്ങാത്ത ചലനാത്മകതയുടെ കാരണങ്ങൾ എന്തൊക്കെയാണെന്നും അവ എങ്ങനെ തുടങ്ങുകയും നിലനിർത്തപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നുവെന്നും അന്വേഷിക്കുമ്പോൾ കടലിന്റെ സൃഷ്ടിയിൽതന്നെ ഈ സക്രിയത അന്തർലീനമാണെന്ന് നമുക്കു കാണുവാൻ കഴിയും. കടലിന്റെ ചിരന്തനചലനത്തിനു കാരണമായ അടിസ്ഥാനഘടകങ്ങൾ മൂന്നു ശീർഷകങ്ങളിൽ പരിശോധിക്കാം:

(a) ഭൂമിയുടെ ഭ്രമണത്തിന്റെ ഫലമായുണ്ടാകുന്ന ചലനം.

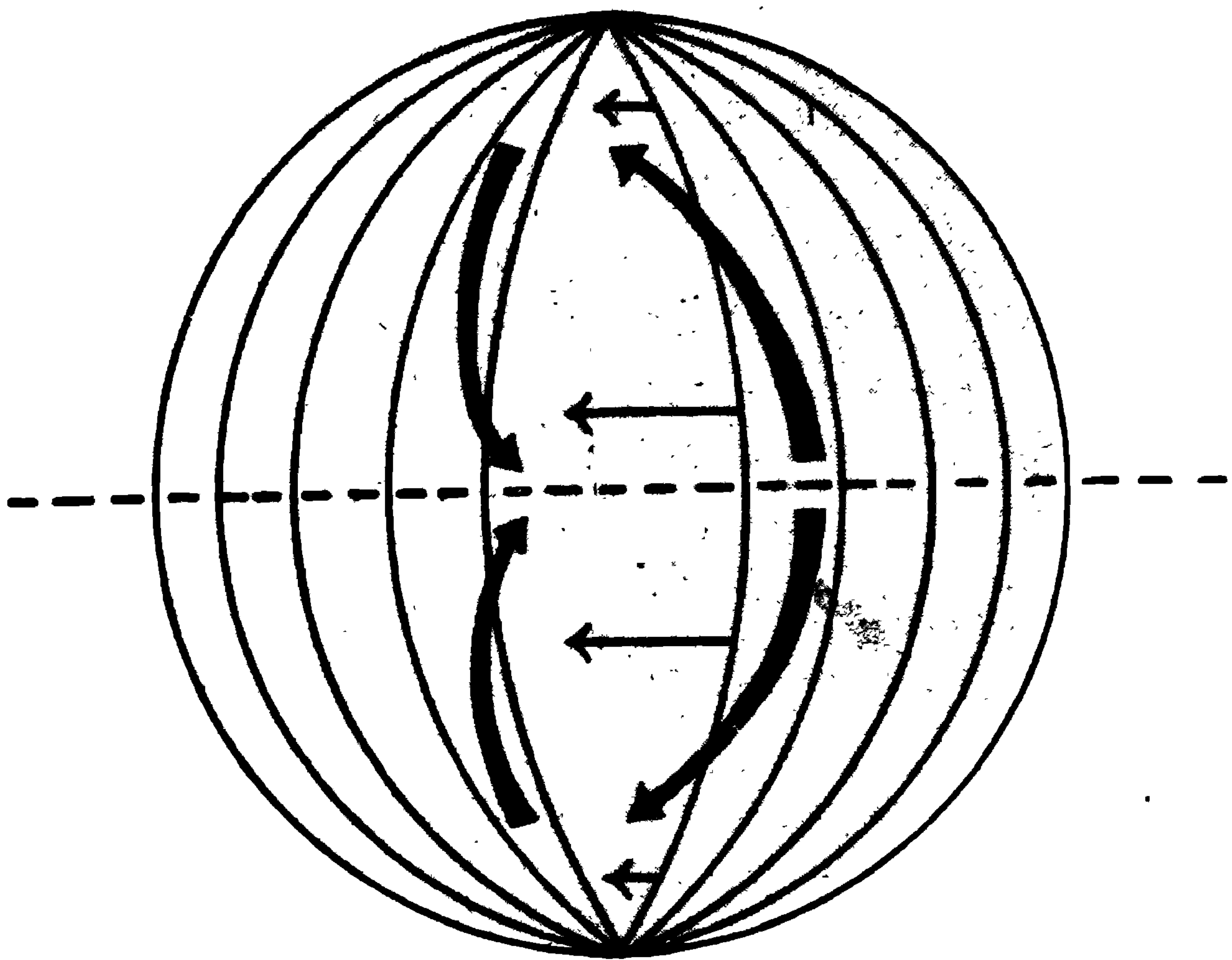
(b) സൂര്യന്റെയും ചന്ദ്രന്റെയും ഗുരുത്വാകർഷണ സ്വാധീനത്താൽ ഉണ്ടാവുന്ന ചലനം.

(c) സൂര്യതാപം ഏല്ക്കുന്നതു മൂലമുണ്ടാകുന്ന ചലനം. ഈ സ്വാധീനം പ്രത്യക്ഷവും പരോക്ഷവുമാണ്.

ഭൂമിയുടെ ഭ്രമണത്തിൻെറ ഫലമായുണ്ടാകുന്ന ചലനം

സ്വന്തം അച്ചുതണ്ടിൽ ഭൂമി ഭ്രമിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു. പടിഞ്ഞാറുനിന്നു കിഴക്കോട്ടായി മണിക്കൂറിൽ 1500 കി.മീ വേഗതയിലുള്ള ഈ സ്വയംതിരിയലിൽ ഇതേ ദിശയിൽ സമുദ്രതലത്തിൽ ഒരു വലിവു രൂപം കൊള്ളുന്നു. ഭൂമിയുടെ ഏറ്റവും വീതി കൂടിയ ഭാഗമായ ഭൂമധ്യരേഖയിലാണ് ഈ വലിവ് ഏറ്റവും അധികം അനുഭവപ്പെടുന്നത്. ഈ പ്രദേശത്തെ ജലതലം മറുപ്രദേശങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് അല്പം ഉയർന്നതുമാണ്. ഉപരിതല മർദത്തിൻെറ ദിശ കിഴക്കോട്ടായതിനാൽ, ഭൂമധ്യരേഖാജലം അതേ ദിശയിൽ പ്രവഹിക്കുവാൻ പ്രവണത കാണിക്കുന്നു. ഈ പ്രവണത ഉദാസീനമാക്കുന്നതിന് ഭൂമധ്യരേഖയ്ക്ക് ഇരുവശവുമുള്ള ജലപിണ്ഡങ്ങൾ എതിർദിശയിൽ ഒഴുകുന്നു. ഭൂമധ്യരേഖയുടെ ഇരുവശത്തുമായി കിഴക്കുനിന്നു പടിഞ്ഞാറോട്ട് ഒഴുകുന്ന ഈരണ്ടു വിശാലമായ ഒഴുക്കുകൾ ഉണ്ട്. ഉത്തര ഭൂമധ്യരേഖാഒഴുക്ക് എന്നും ദക്ഷിണഭൂമധ്യരേഖാ ഒഴുക്ക് എന്നും അറിയപ്പെടുന്നു. സമുദ്രങ്ങളിലെ മുഴുവൻ ജല ചംക്രമണ വ്യവസ്ഥയുടെയും ആരംഭസ്ഥാനങ്ങൾ പ്രസ്തുത രണ്ടു ഭൂമധ്യരേഖാപ്രവാഹങ്ങൾ ആണെന്നു പറയാം. എന്നാൽ, അവ അത്ര ലളിതമായ പൂർവപശ്ചിമ പ്രവാഹങ്ങൾ അല്ല. "ഭൂമധ്യരേഖയിൽ 1000 മൈൽ വേഗത്തിൽ ഭൂമി ഭ്രമിക്കുന്നതോടെ, സമുദ്രങ്ങൾക്കടിയിൽ നിന്നുതന്നെ പുറത്തേക്കു ചുഴറ്റുവാൻ അതു പ്രവണത കാണിക്കുന്നു. ഈ ചുഴറ്റൽ കിഴക്കോട്ടായതിനാൽ, സമുദ്രങ്ങളുടെ പശ്ചിമതീരങ്ങളിൽ വെള്ളം കുന്നുകൂടുന്നു. തീർന്നില്ല. കാററിലും വെള്ളത്തിലും എന്നല്ല, ചലിക്കുന്ന സർവവസ്തുക്കളിലും — ബോട്ട്, ബാലിസ്റ്റിക്മിസൈൽ, എറിയുന്ന ഒരു പന്തിൽപോലും — ഭൂമിയുടെ ഭ്രമണത്തിന് ഒരു പ്രത്യേക സ്വാധീനമുണ്ട്. ഉത്തരാർധഗോളത്തിൽ അല്പം വലത്തോട്ടായും ദക്ഷിണാർധഗോളത്തിൽ അല്പം ഇടത്തോട്ടായും ഇത്തരം ചരവസ്തുക്കൾ തിരിയുന്നു. ഒരു നൂറ്റാ

ണ്ടിലേറെക്കാലംമുമ്പ് ഈ അവസ്ഥ ആദ്യമായി വിവരിച്ച ഫ്രഞ്ചുഗണിതജ്ഞൻെറ ബഹുമാനാർഥം 'കോറിയോളിസ് ഇഫകറ്റ്' എന്നാണ് ഈ പ്രതിഭാസം അറിയപ്പെടുന്നത്." (എംഗ ലിൻെറ 'കടൽ' എന്ന പുസ്തകത്തിൽ നിന്ന്, പേ. 76) (ചിത്രം - 4).



ചിത്രം—4 കോറിയോളിസ് എഫക്ട്.

ലോകത്തിൻെറ ഒരു പടം നോക്കിയാൽ ഭൂമിയിലെ കര ഭാഗങ്ങൾ രണ്ടു വൻഭൂവിഭാഗങ്ങളായി കേന്ദ്രീകൃതമായിരിക്കു ന്നതു കാണാം: ഇതിലൊന്ന് രണ്ട് അമേരിക്കൻ വൻകരകൾ അടങ്ങിയതും രണ്ടാമത്തേത് ആഫ്രിക്ക, യൂറേഷ്യ എന്നിവ അട ങ്ങിയതുമാണ്. ഇനി അത്ലാന്തിക്ക് സമുദ്രം പ്രത്യേകം പരി ശോധിക്കുകയാണെങ്കിൽ വടക്കും തെക്കും ഭൂമധ്യരേഖാ പ്രവാഹങ്ങളിൽനിന്ന് എത്തുന്ന വെള്ളം രണ്ട് അമേരിക്കകളു ടെയും കിഴക്കൻ തീരത്ത് കുന്നു കൂടുന്നതുകാണാം. നേരത്തെ പരാമർശിച്ച കോറിയോളിസ് ഇഫക്ടും തീരങ്ങളുടെ സ്വാഭാ

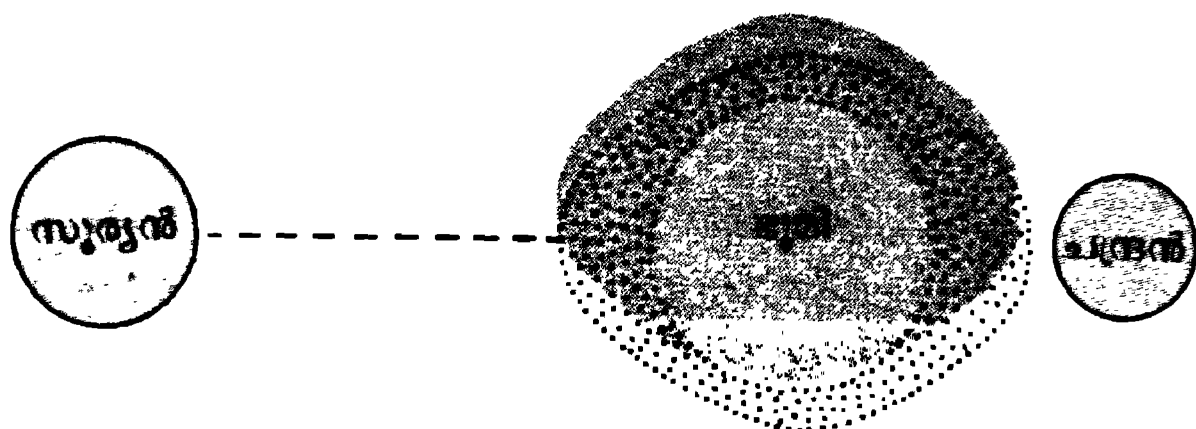
വിക പ്രകൃതവും കാരണം ഇങ്ങനെ കുന്നുകൂടുന്ന ജലം വട ക്കോട്ടും തെക്കോട്ടും തള്ളപ്പെടുന്നു. വടക്കോട്ടു നീങ്ങുന്ന ഒഴുക്ക് 'ഗൾഫ്സ്ട്രീം' എന്നപേരിൽ അറിയപ്പെടുന്നു; തെക്കോട്ടു നീങ്ങുന്ന ഒഴുക്ക് 'ബ്രസീൽ പ്രവാഹം' എന്ന പേരിലും. ഉത്തര അത്ലാന്തിക്കിൽ ആകെ നിറഞ്ഞുനില്ക്കുന്ന അതിഭീമമായ ചുഴിപ്പിൻെറ രണ്ടു സുപ്രധാന ശാഖകളാണ് ഉത്തര ഭൂമധ്യരേ ഖാപ്രവാഹവും ഗൾഫ് സ്ട്രീമും. അതുപോലെ, ദക്ഷിണ അത്ലാന്തിക്കിൽ വ്യാപകമായി സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന തെക്കൻ ചുഴിപ്പിൻെറ രണ്ടു പ്രധാന ശാഖകൾ ദക്ഷിണ ഭൂമധ്യരേഖാ പ്രവാഹവും ബ്രസീൽ പ്രവാഹവുമാകുന്നു. സമുദ്രങ്ങളിലെ ഉപരിജലപ്രവാഹങ്ങൾ അതിഭീമമായ ചുഴിപ്പിൻെറ രൂപം എടു ക്കുന്നുവെന്നതാണ് ഇവിടെ നാം ശ്രദ്ധിക്കേണ്ട പ്രധാന വസ്തുത. ഉത്തരഗോളത്തിൽ ദക്ഷിണായനവും (clock-wise) ദക്ഷിണഗോളത്തിൽ ഉത്തരായനവുമാണ് ഈ ചുഴിപ്പുകൾ. ചുഴി പ്പുരൂപീകരണമാണ് എല്ലാ സമുദ്രങ്ങളിലെയും ഉപരിജലപ്ര വാഹങ്ങളുടെ മൗലിക ലക്ഷണം. ഈ പ്രവണതയുടെ അടി സ്ഥാന കാരണമാണെങ്കിൽ, ഭൂഭ്രമണത്തിലും അതിൻെറ ഫല മായുണ്ടാകുന്ന ശക്തിവിശേഷങ്ങളിലും കാണാം. (ചിത്രം - 5).

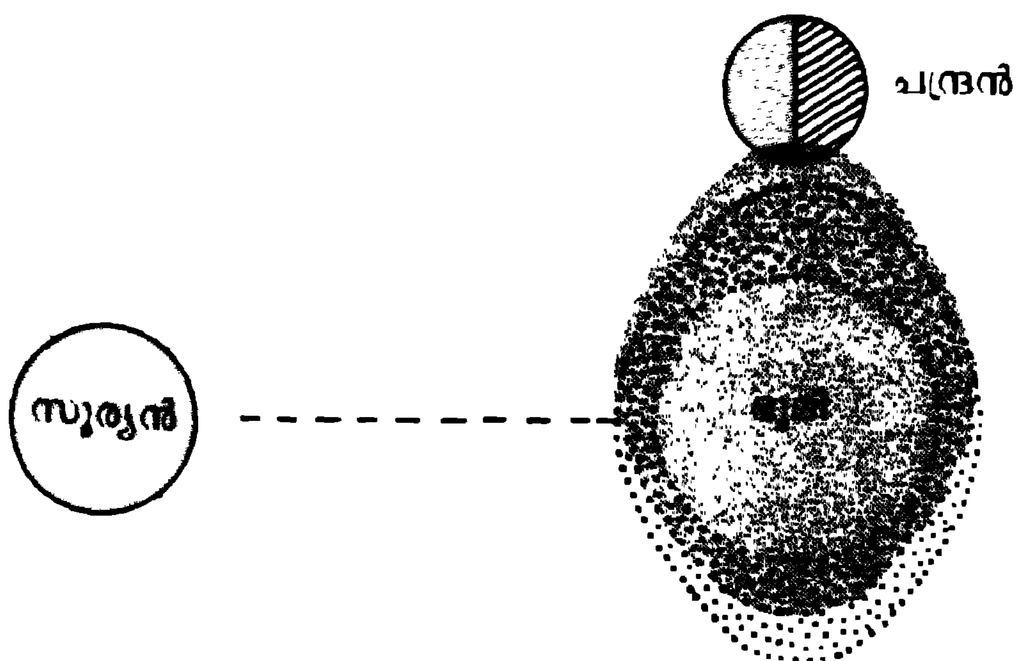


ചിത്രം–5 വിവിധ സമുദ്രങ്ങളിലെ ഉപരിതല പ്രവാഹങ്ങൾ. എല്ലാ സമുദ്രങ്ങളിലെയും ഉപരിതല പ്രവാഹങ്ങളുടെ മൗലിക ലക്ഷണം ചുഴിരൂപീകരണമാണ് – ഉത്തരാർധഗോളത്തിൽ അത് ദക്ഷിണായനവും ദക്ഷിണാർധഗോളത്തിൽ ഉത്തരായനവുമാണ്.

സൂര്യന്റെയും ചന്ദ്രന്റെയും ഗുരുത്വാകർഷണസ്വാധീനത്താൽ ഉണ്ടാകുന്ന ചലനം

സർവഭൗതിക വസ്തുക്കളും പരസ്പരം ആകർഷിക്കുന്നു. ഈ ഗുരുത്വാകർഷണശക്തിയുടെ അളവ് വസ്തുക്കളുടെ പിണ്ഡത്തെയും അവ തമ്മിലുള്ള ദൂരത്തെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. ഭൂതലത്തിലും ഭൂഗർഭത്തിലും ഉള്ള വസ്തുക്കളെ സംബന്ധിച്ചു മാത്രമല്ല, സർവഖഗോളയാഥാർഥ്യങ്ങളെക്കുറിച്ചും ഈ പറഞ്ഞതു ശരിയാണ്. സൂര്യൻ, ചന്ദ്രൻ എന്നിവ





ചിത്രം–6 സൂര്യനും ചന്ദ്രനും ഭൂമിയുടെ മേലുള്ള സ്വാധീനം. ഏറ്റവും വലിയ വേലി, മുഴുവേലി, ഉണ്ടാവുന്നത് സൂര്യനും ചന്ദ്രനും ഒരേ സമയത്തു ഭൂമിയെ ആകർഷിക്കുമ്പോഴാണ്. എന്നാൽ, അവ പരസ്പരം ലംബീയമായി വർത്തിക്കുമ്പോൾ അവയുടെ വേലിശക്തികൾ പരസ്പരം വിരുദ്ധമാവുകയും ഏറ്റവും ചെറിയ വേലി, അല്പ വേലി, ഉണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു.

യെയും താരാപഥത്തിലെ മറ്റു സർവ ഖഗോളവസ്തുക്കളെയും ഭൂമി ആകർഷിക്കുകയും അവയാൽ ഭൂമി ആകർഷിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ, ഇതിൽ ചന്ദ്രന്റെ ആകർഷണമാണ് ഏറ്റവും കൂടിയത്. ഭൂമിയുടെ ഏറ്റവും അടുത്തു സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത് അതാണ് എന്നതു തന്നെ കാരണം. എന്നാൽ, അതിഭീമമായ വലുപ്പം കാരണം സൂര്യനും വമ്പിച്ച ഗുരുത്വാകർഷണം ഭൂമിയിൽ ചെലുത്തുന്നുണ്ട്. ചന്ദ്രനും സൂര്യനും ഭൂമിയുടെ മേൽ ചുമത്തുന്ന ഗുരുത്വാകർഷണ ബലത്തിന്റെ ഏറ്റവും പ്രകടമായ തെളിവ് വേലിയേറ്റവും വേലിയിറക്കവുമാണ്. നിത്യം രണ്ടുതവണ വേലിചലനങ്ങൾ അനുഭവപ്പെടുന്നു.

ഗുരുത്വാകർഷണത്തിനു വിധേയമായി സ്വന്തം കേന്ദ്രബിന്ദു തുടങ്ങി പ്രതലം വരെ സർവദിക്കിലും ഭൂമി സ്പന്ദിക്കുന്നുണ്ട്. ഗുരുത്വാകർഷണം പരമാവധി അനുഭവിക്കുന്ന തലത്തിൽ വികാസവും പരമാവധിതന്നെ. മറിച്ച്, ഇതിന്റെ വികർഷണതലത്തിൽ അത്ര കണ്ടു സങ്കോചിക്കുകയും ചെയ്യും. ഒരേ സമയത്താണ് ഈ പ്രക്രിയകൾ നടക്കുന്നത്. ഇത് അനുസ്യൂതം നടക്കുന്ന പ്രക്രിയയാകയാൽ, ഭൂമിയുടെ രൂപരേഖ നിരന്തരം ചഞ്ചലമാകുന്നു. പരമാവധി ഗുരുത്വാകർഷണമുള്ള തലത്തിൽ വിസ്താരം ഏറ്റവും കൂടുതലും അല്പമാത്ര ഗുരുത്വാകർഷണമുള്ള തലത്തിൽ വിസ്താരം ഏറ്റവും കുറവും ആയി ഭൂരൂപരേഖ പ്രതിനിമിഷം മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നു. എന്നാൽ, ശ്വാസനസമാനമായ ഈ വികാസ സങ്കോചങ്ങൾ കരയിൽ നിരീക്ഷിക്കാവുന്നതല്ല. അത് ഖരനിർമ്മിതമാണെന്നു മാത്രമല്ല, നിരീക്ഷിക്കുന്ന മനുഷ്യർ ഭൂസ്പന്ദനങ്ങളുടെ അഭേദ്യഭാഗമാണ് എന്നതും ഇതിന്റെ കാരണമാണ്. ഭൂപ്രതലത്തിന്റെ ഉയർച്ച-താഴ്ചകൾ കടലിൽ വളരെ പ്രകടമായി കാണാം. ആകാരമാറ്റങ്ങൾ എളുപ്പത്തിൽ പ്രദർശിപ്പിക്കുന്ന ദ്രവമാധ്യമമാണ് കടൽ എന്നതും, കരയിലെ ഉറച്ച പാറകളെയും ലവണങ്ങളെയും അപേക്ഷിച്ച് ജലം വളരെ ഭാരം കുറഞ്ഞതാണ് എന്നതും ഇതിന്റെ കാരണങ്ങളാകുന്നു. കടലിൽ ഓരോ തവണയും ഉയർച്ച അനുഭവപ്പെടുമ്പോൾ വെള്ളം കരയിലേക്ക് ഒഴുകുന്നു.

ഈ നിർഗളിത ജലത്തെ നാം വേലിയേറ്റം എന്നു വിശേഷിപ്പിക്കുന്നു. ഏതാനും മണിക്കൂറുകൾക്കുശേഷം, ഗുരുത്വാകർഷണ വലിവു നീങ്ങുന്നതോടെ, ഉയർന്ന ജലതലം താഴുകയും വേലിയിറക്കം അനുഭവപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ലോകത്തെമ്പാടുമുള്ള തീരപ്രദേശങ്ങളിൽ വേലിയേറ്റയിറക്കങ്ങൾ നിത്യം രണ്ടുതവണ അനുഭവപ്പെടുന്നു.

താത്വികമായി വേലീചലനങ്ങൾ ഒരു നിയത പ്രതിഭാസമായിരിക്കണം. കാരണം ഭൂമി, സൂര്യൻ, ചന്ദ്രൻ എന്നിവയുടെ ചലനങ്ങൾ സുനിയമിതമാണ് (ചിത്രം - 6). എന്നാൽ, ഗുരുത്വാകർഷണത്തിന്റെ വിവിധ സംയോഗങ്ങളും അനേകം പ്രകൃതിവിക്ഷോഭങ്ങളും കാരണം,വേലികൾ അത്രനിയതമല്ല. നൈയാമികതയിലും അളവിലും വേലികൾ വ്യതിചലനങ്ങൾ പ്രകടിപ്പിക്കുന്നു. ഈ വ്യതിയാനങ്ങൾ എന്തൊക്കെയായാലും സർവാശ്ലിഷ്ടമായ വേലീചലനങ്ങൾ കാരണം നൈമിഷികമായിപ്പോലും സമുദ്രത്തിലെ ജലപിണ്ഡം നിശ്ചലമല്ല. വേലികളും മറ്റു ജലചലനങ്ങളും ചേർന്ന് അക്ഷരാർഥത്തിൽ കടലുകളെ ചഞ്ചലമാക്കിയിരിക്കുന്നു.

എന്നാൽ, ജലചംക്രമണവും വേലീചലനവും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസം നാം മനസ്സിലാക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. ആദ്യത്തേതിൽ ഒരിടത്തുനിന്ന് മറ്റൊരിടത്തേക്ക് വെള്ളം കടത്തപ്പെടുന്നുണ്ട്. എന്നാൽ, രണ്ടാമത്തേതിൽ ജലനീക്കമില്ല, ഊഞ്ഞാൽ പോലെ സമാനതരംഗിത ചലനങ്ങൾ മാത്രമേയുള്ളൂ. സമുദ്രങ്ങളിലെ ഏറ്റവും ബൃഹത്തായ തരംഗങ്ങളാകുന്നു വേലികൾ. പാറകൾ, ദ്വീപുകൾ, തീരങ്ങൾ തുടങ്ങിയ ഭൗതികവസ്തുക്കളിൽ തരംഗങ്ങൾ ചെന്നിടിക്കുമ്പോൾ മാത്രമാണ് തരംഗങ്ങളിലെ ജലകണികകൾ അകന്നുമാറുന്നത്.

സൂര്യതാപത്തിന്റെ ഫലമായുണ്ടാകുന്ന ചലനം

ഭൂമിയുടെ മുഴുവൻ ഊർജവിഭവവും താപരൂപത്തിൽ സൂര്യനിൽനിന്നു ലഭിക്കുന്നു. ഇതിൽ പരമാവധി താപോർജം ലഭിക്കുന്നത് ഉഷ്ണമേഖലാപ്രദേശങ്ങളിലാണ്. ഏറ്റവും കുറച്ചു ലഭിക്കുന്നത് ധ്രുവങ്ങളിലും. സൂര്യനുമായുള്ള ഭൂമി

യുടെ പ്രത്യേകരീതിയിലുള്ള വ്യത്യാസം കാരണമാണ് ഈ സ്ഥിതി വന്നു ചേർന്നത്. ഉഷ്ണമേഖലയിലെ ജലവിഭവം ചൂടാവുകയും, തദ്വാരാ, ഭാരം കുറഞ്ഞതായിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു എന്നതാണിതിൻെറ ഫലം. കൂടുതൽ വ്യക്തമായിപ്പറഞ്ഞാൽ, ഉഷ്ണമേഖലയിൽ ജലതലം ഏതാനും സെ.മീ. ഉയർന്നിരിക്കുവാൻ പ്രവണത കാണിക്കുകയും ഇരുധ്രുവങ്ങളിലേക്കും ഒരു ചെരിവുമാനം പ്രകടിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഭാരക്കുറവും താപക്കൂടുതലുമുള്ള ഉഷ്ണമേഖലാ ജലം തൽഫലമായി തെക്കോട്ടും വടക്കോട്ടും ഒഴുകുകയും ആ പ്രദേശങ്ങളിലെ ശീതജലത്തെ കീഴ്പോട്ട് അമർത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. തണുത്ത, ഭാരക്കൂടുതലുള്ള ഈ വെള്ളം തിരിച്ച് ഉഷ്ണമേഖലയിൽതന്നെ എത്തുന്നുണ്ട് — ദുർബലമായ അന്തർജലധാരയായിട്ട്. കടൽ ഉപരിതലത്തിൽ സ്വീകരിക്കപ്പെടുന്ന താപം, വെള്ളത്തിൻെറ രാസ-ഭൗതികഗുണങ്ങളിൽ മാറ്റം വരുത്തുന്നതാണ് ഇവിടെ നാം കാണുന്നത്. വിലങ്ങനെയും കുത്തനെയുമുള്ള സമീപസ്ഥ ജലസംഭരണികളിലെ ഊർജസമീകാരങ്ങൾ വിഭിന്നങ്ങളായിരിക്കുവാൻ ഈ താപഭേദങ്ങൾ ഹേതുകമാവുന്നു. ഒരു ജലസംഭരണിയുടെ ലവണത, താപാവസ്ഥ, മർദം എന്നിവയിൽ ചൂട് മാറ്റം വരുത്തുമ്പോൾ, ചുറ്റുമുള്ള ജലസംഭരണികളിലും മേല്പറഞ്ഞ ഘടകങ്ങളുടെ പരസ്പരക്രിയ അനിവാര്യമായിത്തീരുന്നു. ഇതിൻെറ ഫലമായി ജലപിണ്ഡങ്ങൾ അന്യോന്യം തള്ളിമാറ്റുകയോ മിശ്രമായിത്തീരുകയോ ചെയ്യുന്നു. ഇത്തരം ജലനീക്കങ്ങൾ നടക്കുന്നത് നിയതമായ ഇടവേളകളിലോ വ്യക്തമായ ദിശകളിലോ ആണെങ്കിൽ, അവ ജലചംക്രമണങ്ങൾ എന്നു വിവരിക്കപ്പെടുന്നു. കടലിൽ ഊർജത്തിൻെറ വിനിമയവും പരിവർത്തനവും സാധിക്കുന്ന സംവിധാനമാണ് ജലചംക്രമണം. സൂര്യനിൽ നിന്നു ലഭിക്കുന്ന ഊർജത്തിൻെറ അളവു വിവിധ സമുദ്രഭാഗങ്ങളിൽ വിഭിന്നമാകയാൽ, ജലചംക്രമണങ്ങളിൽ പ്രകടമാകുന്ന വൈവിധ്യം അളവറ്റതാണ്. ചില സ്ഥലങ്ങളിൽ ഒഴുക്ക് പ്രകടമായിത്തന്നെ കാണാവുന്നതാണ്. വേഗതയിലും ദിശയിലും സാധാരണ നദികളിൽ കാണുന്ന പ്രവാഹത്തോട് ഇത്തരം ഒഴുക്കു തരതമമാണ്. മറ്റിടങ്ങളിൽ

ഒഴുക്ക് നാമമാത്രമാണ്. ആദ്യത്തെതു സമുദ്രപ്രവാഹമെന്നും രണ്ടാമത്തെത് അനായാസനീക്കം (drift) എന്നും വിവരിക്കപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ, കരയിലെ നദികളിൽ നിന്നു വ്യത്യസ്തമായി, സമുദ്രപ്രവാഹങ്ങൾക്കു നിയതവും ദൃഢവുമായ അതിർവരമ്പുകളില്ല. ചുറ്റുമുള്ള ജലങ്ങളിൽനിന്ന് സമുദ്രപ്രവാഹങ്ങളും അനായാസ നീക്കങ്ങളും വേർതിരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത് രാസ-ഭൗതിക ഘടകങ്ങളിലാണ്. എന്നാൽ, കാലികസ്വാധീനങ്ങളുടെ ഫലമായി ഒരു നിശ്ചിത പ്രവാഹത്തിലെ വെള്ളം അതിനോട് ചേർന്നുകിടക്കുന്ന ജലപിണ്ഡങ്ങളിലേക്ക് കവിഞ്ഞൊഴുകുകയും വൻ ജലമിശ്രങ്ങൾക്കു വഴിതുറക്കുകയും ചെയ്തേക്കാം.

ഏറ്റവുമധികം സൗരോർജം ആഗിരണം ചെയ്യപ്പെടുന്നത് ഉപരിതലജലത്തിലാണ്. ചാലനം വഴിയോ ജലപിണ്ഡങ്ങളുടെ യഥാർഥ കടത്തുവഴിയോ ഈ ഊർജം കീഴ്തലങ്ങളിലേക്ക് വിനിമയം ചെയ്യപ്പെടുന്നതുകാരണം, അവിടങ്ങളിലെ ജലപിണ്ഡങ്ങളും വിവിധാനുപാതത്തിൽ ഊർജം സ്വീകരിക്കുകയും സംഭരിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. സാന്ദ്രത (ലവണത), താപം, മർദം തുടങ്ങിയ ഭൗതികശാസ്ത്ര ഘടകങ്ങളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ, കടലിലെ ജലസ്തംഭം താഴെ പറയുന്നവിധം കുത്തനെ വിഭജിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു: (1) ഉപരിതല ജലം (2) മേൽസ്തരം (3) മധ്യസ്തരം (4) അഗാധസ്തരം (5) നിതലസ്തരം. ഈ ഓരോ സ്തരങ്ങൾക്കകത്തും അവയ്ക്കിടയിലും അന്തർജലപ്രവാഹങ്ങൾ നിലവിലുണ്ട്. എന്നാൽ, വളരെ മന്ദമായതിനാൽ ഇവയെ അനായാസ നീക്കങ്ങൾ എന്നാണ് വിവരിക്കുന്നത്. വിവിധ സമുദ്ര മേഖലകളിലെ ഊർജത്തിൻെറയും ജലപിണ്ഡങ്ങളുടെയും പരസ്പര പ്രവർത്തന-മിശ്രണ വ്യവസ്ഥയിൽ ഈ ജലനീക്കങ്ങൾ അത്യധികം പ്രധാനമാണ്. മാനവദൃഷ്ടിയിൽ പെടുന്നില്ലെങ്കിലും മാനവക്ഷേമത്തിനായി വിസ്മയകരമായ സേവനമാണ് ജലാന്തരചംക്രമണം നിർവഹിക്കുന്നത്. സമുദ്രങ്ങളുടെ താപസംഭരണിയുടെ സംരക്ഷണത്തിലും ക്രമാനുഗതമായ പ്രയോഗത്തിലും അത് മുഖ്യ പങ്കുവഹിക്കുന്നു. കരയിലെ കാലാവസ്ഥകളുടെ നിയന്ത്രണത്തിലും ഈ പ്രക്രിയയ്ക്ക് ഗണ്യമായ സ്വാധീനമുണ്ട്.

ഉപരിതലപ്രവാഹങ്ങളും ജലാന്തരപ്രവാഹങ്ങളും ഏതാണ്ട് പരസ്പരസമാനമാണ്. എന്നാൽ മറ്റുതരം ജലചലനങ്ങളുമുണ്ട്. സാന്ദ്രതക്കൂടുതൽ കാരണം ഉപരിജലപിണ്ഡങ്ങളുടെ കീഴ്പ്പോട്ടുള്ള പതനം, ഭൗതിക-രാസഘടകങ്ങളുടെ സമ്മർദ ത്താൽ നിതലജലത്തിൻെറ മേല്പോട്ടുള്ള ഉയരൽ എന്നിവ ഇതിൽപ്പെടുന്നു. കീഴ്പോട്ടും മേൽപ്പോട്ടുമുള്ള ഈ ജലചലന ങ്ങൾ സംവഹനപ്രവാഹം എന്നറിയപ്പെടുന്നു. ആഗോള ജലചം ക്രമണവ്യവസ്ഥയുടെ ഭാഗമല്ലെങ്കിലും ജലസ്തംഭത്തെ യാകെ ഇളക്കിമറിക്കാനുള്ള ശേഷികാരണം അവയുടെ പ്രാധാന്യം അദ്വിതീയമാണ്. പലതരം സംവഹന പ്രവാഹ ങ്ങൾ ഇല്ലായിരുന്നുവെങ്കിൽ, സമുദ്രത്തിലെ വിവധ ജലസ്തര ങ്ങൾ നിശ്ചലമായിവർത്തിച്ചേനെ. സ്തരരൂപീകരണപ്രവണ തയെ ഭേദിക്കാനും ഉപരിതലം മുതൽ കീഴ്തലം വരെയും തിരിച്ചും സ്വതന്ത്രമായ ഊർജവിനിമയം സാധിക്കുവാനും സംവ ഹനപ്രവാഹങ്ങൾ അത്യധികം സഹായകമാണ്.

താപനത്തിൻെറ പരോക്ഷസ്വാധീനം

കടലിൽ ചംക്രമണം ഉണ്ടാക്കുന്നതിൽ ഉപരിതലജലതാ പനത്തിനുള്ള പ്രത്യക്ഷസ്വാധീനത്തെക്കുറിച്ചാണ് ഇതുവരെ വായിച്ചുകൊണ്ടിരുന്നത്. ഇതു കൂടാതെ കാറ്റുകൾ വഹിക്കുന്ന പരോക്ഷ പങ്കുണ്ട്. ഭൂഗോളത്തിലെ അന്തരീക്ഷവായുവെ മുഴു വൻ സൂര്യതാപം ചൂടാക്കുന്നു. അത് ഏറ്റവും തീക്ഷ്ണമായതു ഭൂമധ്യരേഖയിലാണ്. അന്തരീക്ഷതാപത്തിലുണ്ടാകുന്ന ഈ ചെരി വുമാനം വായുവിൽ ഗണനീയമായ ചലനങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നു. കിഴക്കൻ വാണിജ്യക്കാറ്റുകൾ പോലുള്ള ചിലകാറ്റുകൾ ഭൂമു ഖത്തെ ശാശ്വത പ്രതിഭാസങ്ങളായി മാറിയിരിക്കുന്നു. ഭൂതല ത്തെയെന്നതിലേറെ കടൽതലത്തെയാണു വായുചലനങ്ങൾ കൂടുതൽ സ്വാധീനിക്കുന്നത്. കൊടുങ്കാറ്റ്, ചുഴലിക്കാറ്റ് തുട ങ്ങിയ ശക്തമായ വായുനീക്കങ്ങൾക്കു മാത്രമേ കരയിൽ വസ്തുക്കളുടെ സ്ഥാനചലനം സാധിക്കുകയുള്ളൂ. ഊക്കുള്ള കാറ്റിൽ മണൽത്തരികളും ചെറുസാധനങ്ങളും ഒരിടത്തു നിന്നു മറ്റ് ഇടങ്ങളിലേക്കു പറന്നുപോകുന്നതു നാം കാണാറുണ്ടല്ലോ.

എന്നാൽ, കടലിൽ ഏറ്റവും ദുർബലമായ വായുചലനങ്ങൾ പോലും ഉപരിതലജലത്തെ തള്ളിനീക്കുന്നതു കാണാം. എന്നു മാത്രമല്ല, ഏതെങ്കിലും ഒരു വായുനീക്കം എവിടെയെങ്കിലുമുണ്ടായാൽ അത് ഒരു ചലനശൃംഖലയെ തൊടുത്തു വിടുന്നു. കടലിൽ അനേകം പ്രവാഹങ്ങളുടെ രൂപീകരണത്തിനും ത്വരണത്തിനും വായുനിർമ്മിത ജലചംക്രമണങ്ങൾ ഉത്തരവാദിയാണ്. "ജലത്തിന്മേൽ വീശുന്ന കാറ്റ് അതിൽ പ്രതിബലം ജനിപ്പിക്കുന്നു. കുത്തനെയുള്ള ഈ പ്രതിബലമാണ് ഉപരിതലത്തിൽ പ്രവാഹം തുടങ്ങിവെക്കുന്നത്. തൊട്ടുകീഴെയുള്ള ജലപിണ്ഡത്തിലേക്ക് തുളച്ചിറങ്ങുന്ന ഉപരിതലജലം അവിടെയും ഛേദനപ്രതിബലം സൃഷ്ടിക്കുന്നു. അങ്ങനെ, ഒരു സ്തരത്തിൽ നിന്നു മറ്റൊന്നിലേക്കായി പ്രതിബലവും തുടർന്നുള്ള ജലചലനങ്ങളും അനുസ്യൂതമായി വ്യാപിക്കുന്നു. നിരന്തരം വീശുന്ന ഒരു കാറ്റ്, ഉപരിതലം മുതൽ നിതലംവരെയുള്ള ജലപിണ്ഡത്തെയാകെ ചലനവിധേയമാക്കിയെന്നു വരാം. ഉപരിജലചലനങ്ങൾ തൊട്ടുകീഴെയുള്ള ജലസ്തരത്തിൽ സമ്മർദം ചെലുത്തുന്നു. ഉപരിജലചലനത്തിൻെറ ദിശയിൽനിന്ന് അല്പം വലത്തോട്ട് വ്യതിചലിച്ചുകൊണ്ടാണ് (അല്ലെങ്കിൽ, അർധഗോളഭേദമനുസരിച്ച്, ഇടത്തോട്ട്) കീഴ്ത്തട്ടിലെ ജലസ്തരം നീങ്ങുന്നത്. ഇങ്ങനെ ഓരോ ജലസ്തരവും തൊട്ടു കീഴെയുള്ള ജലസ്തരത്തിൽ മർദം ചെലുത്തുന്നതു കാരണം ഓരോ തലത്തിലും കീഴ്ജലസ്തരത്തിൻെറ നീക്കം കൂടുതൽ വലത്തോട്ടാവുന്നു (അല്ലെങ്കിൽ, ഇടത്തോട്ട്) ണ്ടല്ലോ. ഒടുവിൽ ഒരു പ്രത്യേക ആഴത്തിലെത്തുമ്പോൾ (കാററിൻെറ ശക്തിയുടെയും ജലത്തിൻെറ അതിസാന്ദ്രതയുടെയും അടിസ്ഥാനത്തിൽ), തുടക്കത്തിൽ ഉപരിതലത്തിൽ കാറ്റു ചെലുത്തിയ ചലനദിശക്കു നേരെ വിപരീതമായ ദിശയിൽ ജലാന്തരപ്രവാഹം ഒഴുകുമെന്ന വിസ്മയകരമായ നിഗമനത്തിൽ എത്തേണ്ടിവരും. എന്നാൽ, ആഴവർധനയനുസരിച്ച് ജ്യാമിതീയാനുപാതത്തിൽ ചലനവേഗം കുറയുന്നുണ്ട്. അതിനാൽ, ജലപ്രവാഹം കാറ്റിൻെറതിനു വിപരീതമായദിശയിൽ ആയിത്തീരുന്ന ആഴത്തിൽ പ്രവാഹവേഗം തീരെ നാമമാത്രമാണ് (ഉപരിതലത്തിലേതിൻെറ ഏതാണ്ടു 4%). ഈ

ആഴത്തിനും കീഴെ പ്രവാഹവേഗതശൂന്യമാണ്. കാറ്റിന്റെ സ്വാധീനത്താൽ സംഭവിക്കുന്ന ജലപിണ്ഡത്തിന്റെ ആകെ കടത്ത്, കാറ്റിന്റെ ദിശയുടെതിനു ലംബകോണീയം (പ്രസാമാന്യം) ആണ് എന്നു പറയപ്പെടുന്നു." (കോക്കർ, പേ. 139).

ഊർധ്വധാര അഥവാ കലങ്ങിയിളക്കം

ഊർധ്വധാര (കലങ്ങിയിളക്കം) പ്രത്യേകപരാമർശം അർഹിക്കുന്നു. അടിത്തട്ടിൽനിന്ന് ഉപരിതലത്തിലേക്കുള്ള വെള്ളത്തിന്റെ ചലനമാണ് ഊർധ്വധാര. അടിത്തറ നിക്ഷേപങ്ങളുടെ നല്ലൊരുഭാഗം കൂടെക്കൊണ്ടുപോകുന്നു എന്നതിനാൽ ഈ ജലധാര സവിശേഷമാകുന്നു. കടലിൽ കാണപ്പെടുന്ന ഏറ്റവും ശക്തമായ കലങ്ങിയിളക്കമാണ് ഊർധ്വധാര. കടൽ പരിസ്ഥിതിയുടെ ജീവോല്പാദനക്ഷമതയിൽ ഇത് സുപ്രധാനമാണ്. കടൽത്തറയിൽ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്ന പോഷകപദാർഥങ്ങൾ പ്രയോഗത്തിൽ ജലസ്തംഭത്തിൽനിന്നു പിൻവലിക്കപ്പെടുകയാണു ചെയ്യുന്നത്. ഈ പോഷകനിക്ഷേപങ്ങളെ വീണ്ടും ഉപരിതലങ്ങളിലേക്കു കൊണ്ടുവരുന്നതു ശക്തമായ ഊർധ്വധാരകളാണ്. അതിനാൽ, ഊർധ്വധാരകൾ നിയതമായി നടക്കുന്ന പ്രദേശങ്ങളിൽ സസ്യോൽപാദനത്തിന്റെയും, തദ്വാരാ, ജന്തുല്പാദനത്തിന്റെയും സാധ്യത വളരെ കൂടിയതാണ്. സാധാരണയായി തീരങ്ങൾക്കു സമീപമായാണ് ഊർധ്വധാരകൾ കാണപ്പെടുന്നത്. കരയിലേക്കോ കരയിൽ നിന്നോ വെള്ളം തുടർച്ചയായി ഒഴുകുമ്പോൾ, പ്രവാഹം സൃഷ്ടിക്കുന്ന ശൂന്യത നികത്തുവാൻ സമാന്തരപ്രവാഹങ്ങൾ രൂപീകൃതമാവുന്നു. ഇന്ത്യയുടെയും ആഫ്രിക്കയുടെയും പശ്ചിമതീരങ്ങൾ, കാലിഫോർണിയ, പെറു തുടങ്ങിയ കരയോരങ്ങളിൽ ഊർധ്വധാര സാധാരണമാകുന്നു.

അപസരണവും അഭിസരണവും

അപസരണം, അഭിസരണം എന്നീ പ്രതിഭാസങ്ങളെയും പരാമർശിക്കേണ്ടതുണ്ട്. പ്രത്യേക പ്രകൃതമുള്ള സംവഹനപ്രവാഹങ്ങൾ ആണിവ. അപസരണത്തിൽ അടിത്തട്ടിൽ നിന്നു

യർന്നു വരുന്ന ഊർധ്വധാര, ഉദ്ഭവബിന്ദുവിൽ നിന്ന് അകന്നു പോകുന്നു. എന്നാൽ, അഭിസരണത്തിൽ ഉപരിതലത്തിൽ നിന്നു കീഴ്പ്പോട്ടു താഴുന്ന വെള്ളം അടിത്തട്ടിൽ നിന്നുള്ള ഉയർച്ചയുടെ വ്യാപനത്തെ തടയുന്നു.

തരംഗങ്ങളും തിരമാലകളും

കടലിൻെറ ഏററവും പ്രകടസ്വഭാവമായ അലകളെക്കുറിച്ച് ഇതുവരെ നാം ഒന്നും പ്രതിപാദിച്ചിട്ടില്ല. കടലുകളുടെ സക്രിയതയുടെ ദൃശ്യമായ പ്രകടനമാണ് അലകൾ. കടലിൽ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ ഒരുതരം കിലുക്കം അനുഭവപ്പെടുന്നതിൻെറ കാരണം അലകളാണ്. മുന്നോട്ടുള്ള പരക്കംപാച്ചിലിൽ ഭീമമായ കപ്പലുകളെപ്പോലും അലകൾ പൊക്കിയെടുക്കുകയും പിന്നെ പെട്ടെന്നു പുറകോട്ടും കീഴ്പ്പോട്ടുമായി നിക്ഷേപിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അലകൾ സദാ കരയെ സമീപിക്കുന്നു. ചിലപ്പോൾ താഴ്ന്നതും സൗമ്യവുമാണെങ്കിലും മിക്കപ്പോഴും പൊക്കമുള്ളതും ഹിംസാത്മകവുമാണ്. ലോകത്തെമ്പാടും പല തീരങ്ങളിലും അലകൾ വലിയ നാശനഷ്ടങ്ങൾ വരുത്തിവെക്കുന്നുണ്ട്. ഡോക്കുകളെയും കടൽപാലങ്ങളെയും അവ ആക്രമിച്ചു നശിപ്പിക്കുന്നു. കടൽ അപരദനം ഉള്ള പ്രദേശങ്ങളിൽ അതിന്നുത്തരവാദി അലകൾ ആകുന്നു. എന്നാൽ, അലകൾ നല്ല വിനോദവേദികൾ കൂടി ആകാവുന്നതാണ്. കടലിൽ കുളിക്കാനിറങ്ങുന്നവർക്ക് തിരമാലസവാരി ഒരു ഇഷ്ടവിനോദം ആണല്ലോ.

നിരവധി അലസിദ്ധാന്തങ്ങളെയൊന്നും പരിശോധിക്കുവാൻ ഇവിടെ സ്ഥലം അനുവദിക്കുകയില്ല. അലകളെക്കുറിച്ചുള്ള ചില വസ്തുതകൾ മാത്രം ശ്രദ്ധിക്കാം. വായുചലനങ്ങളാണ് അലകളെ സൃഷ്ടിക്കുന്നത്. പ്രവാഹങ്ങളെപ്പോലെ, അലകൾ വെള്ളം കടത്തുന്നതിനുള്ള ഉപകരണങ്ങൾ അല്ല. വെള്ളത്തിൻെറ വെറും ദോലക ചലനങ്ങൾ മാത്രമാണവ. ഒരു നെൽവയലിനെ മന്ദമാരുതൻ തലോടുമ്പോൾ നെൽച്ചെടികൾ തരംഗിതരീതിയിൽ ഉയരുകയും താഴുകയും ചെയ്യുന്നതു നമുക്കു കാണാം. ഇളംകാറ്റ് നിലനില്ക്കുന്നിടത്തോളം നെൽച്ചെടിക

ളുടെ ഈ താളാത്മക ചലനവും കാണാം. കാറ്റു നില്ക്കുമ്പോൾ അലകൾ അപ്രത്യക്ഷമാവുകയും നെൽച്ചെടികൾ വീണ്ടും നേരെ ഉയർന്നു നില്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. അതുപോലെ, വായുചലന സ്വാധീനത്താൽ ഉപരിതലജലത്തിൽ തരംഗസമാനചലനങ്ങൾ ഉണ്ടാവുന്നു. അതായത്, ജലതലം ഉയരുന്നു, മുന്നോട്ടു നീങ്ങുന്നു, നിപതിക്കുന്നു, പിന്നെ പുറകോട്ടു നീങ്ങുന്നു. സ്ഥാനബദ്ധമായ നെൽച്ചെടികളുടെ ശിഖരങ്ങളിൽ നിന്നു വ്യത്യസ്തമായി, ജലകണികകൾ സ്വതന്ത്രമാകയാൽ, തരംഗിത ചലനത്തിൽ അവ ഒരു തരം വർത്തുളാകാരമെടുക്കുന്നു.

ജലകണികകളുടെ സുഗമമായ ദോലനത്തിന് ഭൗതിക തടസ്സങ്ങൾ ഒന്നുമില്ലാത്ത തുറന്ന സമുദ്രങ്ങളിലാണ് ഇത്തരത്തിലുള്ള അലകൾ ഏറ്റവും നന്നായി നിരീക്ഷിക്കാവുന്നത്. എന്നാൽ, തീരങ്ങൾക്കോ ദ്വീപുകൾക്കോ കപ്പലുകൾക്കു പോലുമോ സമീപം ജലകണികകളുടെ വർത്തുളാകാരം ഭേദിക്കപ്പെടുന്നു. ഭൗതികവസ്തുക്കളുടെ സാന്നിധ്യത്താൽ അലകൾ വെള്ള നുരയുള്ള തിലമാലകളായി തകർന്നു വീഴുന്നു. അലകളുടെ ഈ പതനം എളുപ്പത്തിൽ വിശദീകരിക്കാവുന്നതാണ്. ശിഖരം, ഗർത്തം, ഉയരം, ദൈർഘ്യം എന്നിങ്ങനെ നാലു ഭാഗങ്ങളാണ് അലയ്ക്കുള്ളത്. വെള്ളം ഉയരുന്ന ഏറ്റവും ഉയർന്ന ബിന്ദു അലശിഖരവും, ഏറ്റവും താഴ്ന്ന ബിന്ദു അലഗർത്തവുമാണ്. ശിഖരത്തിനും ഗർത്തത്തിനുമിടയിൽ, കുത്തനെയുള്ള ദൂരം അല ഉയരമാണ്. തുടർച്ചയായ രണ്ടു ശിഖരങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള അകലം അലദൈർഘ്യവും. തടസ്സമൊന്നുമില്ലാതെ ശിഖരങ്ങൾക്കും ഗർത്തങ്ങൾക്കും മുന്നോട്ടു പോകുവാൻ കഴിയുന്നിടത്തോളം, അലകൾ പൂർണമായി തരംഗിതവും സുഗമവുമാണ്. എന്നാൽ, തീരത്തിനും ജലാന്തരപാറകൾപോലുള്ള മറ്റു ഭൗതികവസ്തുക്കൾക്കും സമീപം അലഗർത്തങ്ങൾ നിതലവസ്തുക്കളുമായി ഏറ്റുമുട്ടുകയും ചലിക്കുന്ന ജലകണികളുടെ വർത്തുളാകാരത്തെ അലങ്കോലപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിൻെറ ഫലമായി, അലയുടെ മുഖഭാഗത്തെ ശിഖരങ്ങൾ മുന്നോട്ടാഞ്ഞു നിലംപതിക്കുകയും ജലക

ണികകളുടെ തരംഗിതദോലനചലനങ്ങൾക്ക് അറുതി വരുത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. തിരമാലകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്ന, തകർന്നു വീഴുന്ന ഈ അലകൾ അളവറ്റ ഗതികോർജം വിമോചിപ്പിക്കുന്നു. അലയെ മർദിക്കുന്ന കാറ്റ് വളരെ ശക്തവും സ്ഥായിയുമാകുമ്പോൾ തിരമാലകളുടെ ശക്തി ഗണനീയമാകുന്നു. സാധാരണ കാറ്റിൽ 2 മുതൽ 5 വരെ മീറ്റർ ഉയരമുള്ള അലകൾ ഉണ്ടാവുന്നു. പരുക്കൻ കടലിൽ അല ഉയരം 10 മുതൽ 12 വരെ മീറ്റർ ആകാം – നാലുനിലക്കെട്ടിടത്തിൻെറ ഉയരമാണിത്. 30 മീറ്റർ ഉയരമുള്ള അലകൾ വരെ റിപ്പോർട്ട് ചെയ്യപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട് - കടലിലെ അംബരചുംബികളാണ് ഇവയെന്നു പറയാം.

ജലാന്തര വിക്ഷോഭങ്ങൾ

കാറ്റു വീശുന്നതുമൂലമുണ്ടാകുന്ന അലകൾ ഉപരിതല പ്രതിഭാസമാണ്. ആഴം വർധിക്കുന്നതനുസരിച്ച് വേഗത്തിൽ അത് അപ്രത്യക്ഷമാവുന്നു. അതിപരുക്കൻ കടലിൽ പോലും കീഴെയുള്ള വിക്ഷോഭരഹിത ജലങ്ങളിൽ മുങ്ങിക്കപ്പലുകൾക്ക് സുരക്ഷിതമായി സഞ്ചരിക്കാം എന്നാണിതിന്നർഥം. എന്നാൽ, അപൂർവം ചില സന്ദർഭങ്ങളിൽ ജലാന്തര അഗ്നിപർവത പ്രവർത്തനങ്ങൾ, ഭൂകമ്പവിക്ഷോഭങ്ങൾ, ജലാന്തരമണ്ണിടിയൽ തുടങ്ങിയ ഘടകങ്ങളും അലകൾ ഉണ്ടാക്കിയേക്കാം. പെട്ടെന്നുണ്ടാകുന്ന ഇത്തരം സ്ഫോടനസംഭവങ്ങൾ സർവദിശകളിലും വ്യാപിക്കുന്ന ഒരു അലരൂപീകരണപരമ്പര തന്നെ പടച്ചുവിടുന്നു. ഭൂകമ്പക്ഷോഭങ്ങൾ വളരെ ശക്തമാണെങ്കിൽ, അതിൻെറ ഫലമായുണ്ടാകുന്ന അലകൾ വേലിപ്രളയമോ സുനാമിയോ തൊടുത്തുവിട്ടുകൊണ്ട് വമ്പിച്ച നാശനഷ്ടങ്ങൾ വരുത്തിവെക്കുന്നതാണ്. വേലീപ്രളയത്തിൻെറ തകർച്ചയിൽ വിമോചിതമാകുന്ന നശീകരണോർജം അതിബൃഹത്താണ്. വേലീപ്രളയസമയത്തെ കടലിൻെറ പാഞ്ഞുകയറ്റം സ്വന്തം പാതയിലുള്ള സർവവസ്തുക്കളെയും തള്ളിമാറ്റുന്നു. 1964ൽ മന്നാർ ഉൾക്കടലിലെ മണ്ഡപം തീരത്ത് ആഞ്ഞടിച്ച വേലീപ്രളയത്തിൽ പ്രസിദ്ധമായ പാമ്പൻപാലം അപ്പാടെ ഒലിച്ചുപോയി. രാമേശ്വരം ദ്വീപിനെ ഇന്ത്യൻ മെയിൻലാൻഡുമായി ബന്ധിപ്പി

ക്കുന്ന ഒരേയൊരു പാലമാണിത്. പാലത്തിലൂടെ കടന്നുപോകുകയായിരുന്ന ഒരു തീവണ്ടിയും (അതിലെ നൂറുകണക്കിനു യാത്രക്കാരോടൊപ്പം) പാലത്തോടൊപ്പം ഒഴുകിപ്പോയി. ഈ വേലീപ്രളയം വരുത്തിവെച്ച മനുഷ്യനാശവും വസ്തുനഷ്ടവും അതിഭീമമായിരുന്നു. വളരെ ദൂരംവരെ സഞ്ചരിക്കുവാൻ വേലീപ്രളയത്തിനു സാധിക്കും. 1755 ലെ സ്പാനിഷ് ഭൂകമ്പം തൊടുത്തുവിട്ട അലകൾ അത്‌ലാന്തിക്ക് സമുദ്രത്തെ താണ്ടിയ ശേഷം 4 മീറ്റർ ഉയരത്തിൽ വെസ്റ്റ്ഇൻഡീസുവരെ എത്തിയതായി റിപ്പോർട്ട് ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അനേകം ആളുകളെ കൊല്ലുകയും അളവില്ലാത്ത വസ്തുക്കൾ നശിപ്പിക്കുകയും ചെയ്തുകൊണ്ട് സമീപകാലത്ത് ഹവായ് ദ്വീപിൽ ആഞ്ഞടിച്ച സുനാമി രൂപംകൊണ്ടത്, 3200 കി.മീ. അകലെ അലൂഷിയാൻ പ്രദേശത്ത് കടലിനകത്തുണ്ടായ ഒരു ഭൂകമ്പത്തിൻെറ ഫലമായായിരുന്നു. അലകളുടെ പാതയിൽ സഞ്ചരിക്കുകയായിരുന്ന കപ്പലുകൾക്കു ജലാന്തർഭാഗത്തുണ്ടായ മഹാസംഭവത്തെക്കുറിച്ച് ഒരറിവുമുണ്ടായിരുന്നില്ല – അപ്രതീക്ഷിതമായ നിമിഷത്തിൽ ഭ്രാന്തമായ ജലമലകൾ ഹവായ് ദ്വീപിനെ ആഞ്ഞടിക്കുന്നതുവരെ.

എന്നാൽ, കടലിൽ കുളിക്കാൻ പോകുന്നവർക്കും തിരമാല സവാരിക്കാർക്കും അലകൾ ആനന്ദത്തിൻെറയും ഉന്മാദത്തിൻെറയും ഉറവിടമാകുന്നു. സൗമ്യമായ കാലങ്ങളിൽ സ്ത്രീകളും പുരുഷന്മാരും കടൽത്തീര സുഖവാസകേന്ദ്രങ്ങളിലേക്കു കുതിക്കുകയും തിരമാലസവാരിയിൽ നിർവൃതി കണ്ടെത്തുകയും ചെയ്യുന്നു. അടിച്ചുടയരുന്ന തിരമാലകൾക്കപ്പുറത്ത് നിയതമായ ദോലന ചലനങ്ങളോടുകൂടിയ ഊഞ്ഞാലിൽ എന്നപോലെ, അലകൾ സവാരിക്കാരെ ചുമന്നു കൊണ്ടു നീങ്ങുന്നു. മൃദുവായ അലകളിൽ സവാരിചെയ്യുകയെന്നത് രോമാഞ്ചമുണ്ടാക്കുന്ന അനുഭവം തന്നെയാണ്. കടലിൻെറ ചാഞ്ചല്യത്തെ അനുഭവിച്ചറിയുവാൻ ഏറ്റവും നല്ല മാർഗം, ഒരുപക്ഷേ, തിരമാലസവാരിതന്നെയാണ്. എന്നാൽ, ഇതിനുള്ള സമയസ്ഥലങ്ങൾ തിരഞ്ഞെടുക്കുന്നതു വളരെ ശ്രദ്ധാപൂർവമായിരിക്കണം.

ചംക്രമണം: ഒരു സങ്കീർണ്ണ പ്രതിഭാസം

സമുദ്രത്തിലെ ജലചംക്രമണം അത്യധികം സങ്കീർണമാകുന്നു. പൂർണമായി ഇക്കാലം വരെ അതു മനസ്സിലാക്കപ്പെട്ടിട്ടില്ല. ഇതുവരെ വിവരിക്കപ്പെട്ട വിവിധതരം ജലചലനങ്ങൾക്കു പുറമെ, ജലാന്തര ചുഴികളുടെ രൂപത്തിലുള്ള അനേകം വിക്ഷോഭങ്ങൾ വേറെയുമുണ്ട്. സമുദ്രങ്ങളുടെ അന്തഃസ്ഥിതോർജം (dynamism) കൂടുതൽ മനസ്സിലാക്കുവാനുള്ള രണ്ടു സമീപകാല ശ്രമങ്ങൾ ഇവിടെ പരാമർശിക്കാം. മോഡ് (MODE), പോളിമോഡ് (POLY MODE) എന്നീ ചുരുക്കപ്പേരുകളിൽ ഇവ അറിയപ്പെടുന്നു. മോഡ് (Mid Ocean Dynamics Experiment) 1973ൽ ബ്രിട്ടിഷ് – അമേരിക്കൻ ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാർ നടത്തിയതാണ്. നൂറു കപ്പലുകളും രണ്ടു വിമാനങ്ങളും 15 സ്ഥാപനങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരും അതിൽ പങ്കെടുത്തു. സോവിയറ്റ് 'പോളിഗോൺ' (അടിസ്ഥാനം കണ്ടെത്തൽ എന്നു റഷ്യനിൽ) പരിപാടികൾ 1970ൽ നടത്തപ്പെട്ടിരുന്നു. പില്ക്കാലത്ത് ഈ രണ്ടു പരിപാടികളും സംയോജിപ്പിച്ച് പോളിമോഡ് (രണ്ടു പരിപാടികളുടെയും പേരുകൾ കൂട്ടിച്ചേർത്ത പദം) രൂപം കൊണ്ടു. രണ്ടു വൻശക്തികളുടെ ഉറ്റ സഹകരണത്തോടെ ആരംഭിച്ച പരിപാടികളിൽ പിന്നീട് ഫ്രാൻസും ബ്രിട്ടനും ജർമ്മനിയും കാനഡയും പങ്കുചേർന്നു. വിശാലമായ ഒരു താത്വിക പദ്ധതിയും അനേകം ബൃഹത്പരീക്ഷണങ്ങളും പോളിമോഡിൽ ഉൾപ്പെടുന്നുണ്ട്. ഒരു പഞ്ചവത്സരക്കാലത്ത് ഉത്തര അത്‌ലാന്തിക്കിലെ വിവിധ പ്രദേശങ്ങളിലെ ജലചംക്രമണം വിശദമായി പഠിക്കുകയായിരുന്നു ലക്ഷ്യം. ശക്തവും ദുർബലവുമായ ജലാന്തര ചുഴികൾ സർവസ്ഥലങ്ങളിലും സമുദ്രത്തിലെ ചംക്രമണത്തിൽ ഒരു സുപ്രധാന പങ്കുവഹിക്കുന്നുണ്ട് എന്നു പരക്കെ അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

6

കടലിലെ ജീവിജാലങ്ങൾ

സമൃദ്ധിയിലും വൈവിധ്യത്തിലും കടലിലെ ജീവിജാലം കരയിലേതിനേക്കാൾ കൂടുതൽ ബൃഹത്തും കൂടുതൽ സമ്പന്നവുമാണ്. വിസ്തൃതിയിൽ കരഭാഗത്തിന്റെ ഏതാണ്ട് മൂന്നിരട്ടി വലുതാണ് സമുദ്രത്തറകൾ എന്നു വ്യക്തമാക്കിയല്ലോ. ഇതിനുപുറമെ സമുദ്രങ്ങളിൽ അതിഭീമമായ ജലപിണ്ഡവുമുണ്ട്. ജീവിസാന്ദ്രത വ്യത്യസ്തമാകാമെങ്കിലും കടലുകളുടെ സർവഭാഗത്തും ജീവിസാന്നിധ്യമുണ്ട് – ജലത്തറയിലും അതിനുമുകളിലുള്ള ജലപിണ്ഡത്തിലും. ഒരു നിശ്ചിത സമയമാത്രയിൽ കരയിൽ ഉത്പ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ജീവസമ്പത്ത്, സമാനകാലയളവിൽ കടലുകളിൽ ഉത്പ്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന ജീവവിഭവത്തെക്കാൾ എത്രയോ ചെറുതാണ്. സമുദ്രത്തിലെ ആഹാരവ്യവസ്ഥയെ വേണ്ടരീതിയിൽ പ്രയോജനപ്പെടുത്തുകയാണെങ്കിൽ മാനവരാശിക്ക് പട്ടിണിശാപത്തെ ഒരിക്കലും നേരിടേണ്ടി വരില്ല.

ആന്തരികഘടനയുടെ കാര്യത്തിലും ജീവിപരിസ്ഥിതിയുമായുള്ള ബന്ധത്തിന്റെ കാര്യത്തിലും കടലിലെ ജീവികൾക്ക് അനേകം പ്രത്യേകതകൾ ഉണ്ട്. ജീവമാധ്യമത്തിന്റെ ദ്രവപ്രകൃതവും അതോടനുബന്ധിച്ച സവിശേഷതകളും കാരണം ഇത് അങ്ങനെയാവാനേ നിവൃത്തിയുള്ളു. കടൽത്തറയിലെ ജീവികൾക്ക് നമ്മെപ്പോലെ ദ്വിമാനനിലനില്പാണുള്ളത്. ഇവയിൽ ചിലത് ചിലപ്പോഴൊക്കെ അടിത്തട്ടുവിട്ട് തൊട്ടുമുകളിലുള്ള ജലരാശിയിൽ സ്വതന്ത്രമായി നീന്തിയെന്നു വരാം. എന്നാൽ, ഏറെത്താമസിയാതെ അവ അടിത്തട്ടിൽ തന്നെ തിരിച്ചെ

ത്തുന്നു. ഈ ജീവിതരീതി പക്ഷികളുടെയും പ്രാണികളുടെയും ജീവിതത്തിനു സമാനമാണ്. വിമാനങ്ങളിലും അടുത്ത കാലത്ത് സ്പേസ്ഷട്ടിൽ, ഉപഗ്രഹങ്ങൾ എന്നിവയിലും സഞ്ചരിക്കുന്ന മനുഷ്യരുടെയും അനുഭവം ഇതു തന്നെ. ഭൂതലത്തിൽ നിന്നു ഹ്രസ്വനേരത്തേക്കുള്ള അന്വേഷണ പലായനങ്ങളാണ് ഇവയെല്ലാം. മുകളിലുള്ള ജലസ്തംഭത്തിൻെറ ഭീമമായ ഭാരം ജലത്തറജീവികൾ പേറേണ്ടതുണ്ട്. ആഹാരപദാർഥങ്ങൾ, ശ്വസിക്കുന്നതിനുള്ള ഓക്സിജൻ എന്നിവയുടെ ദൗർലഭ്യവും ജലത്തറജീവികൾ നേരിടുന്ന പ്രശ്നങ്ങളാണ് (ഓക്സിജൻ വിതരണത്തെക്കുറിച്ച് അധ്യായം 4-ൽ വായിച്ചുവല്ലോ). അഗാധ ജലങ്ങളിൽ സർവദിക്കിലും കൂരിരുട്ടാകയാൽ, ഇരയെയും ഇണയെയും തേടിക്കൊണ്ടുള്ള സഞ്ചാരങ്ങൾ അപകടകരമായ 'ശ്രമിക്കൽ – പിഴക്കൽ വിധി'യായിത്തീർന്നിരിക്കുന്നു. കരയോരജലത്തിലാണെങ്കിൽ നിലനില്പ് ഒരുതരം സാഹസമാണ്. അലകളും മറ്റു ജലചലനങ്ങളും ജന്തുക്കളെയും സസ്യങ്ങളെയും നിരന്തരം പ്രഹരിക്കുകയും അവയുടെ തുടർച്ചയായ സ്ഥാനചലനത്തിനു കാരണമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. തുറന്ന ജലത്തിലെ ജീവിതം ഈ പറഞ്ഞ രണ്ടു രീതികളെക്കാൾ മെച്ചമാണെന്നു കരുതേണ്ടതില്ല. കടൽത്തറയിലെയോ കരയിലെയോ ജീവിതത്തിൽ നിന്നു വ്യത്യസ്തമായി, അത് ഒരു ത്രിമാന ജീവിതമാണ്. മുന്നോട്ടും പിന്നോട്ടും മാത്രമല്ല, മേല്പോട്ടും കീഴ്പോട്ടും പാർശ്വങ്ങളിലേക്കും നിർബാധം ചരിക്കുവാൻ ജന്തുക്കൾക്കു സാധിക്കുന്നു. വിശാലമായ ഈ ചലനസമൃദ്ധി മനസ്സിലാക്കുവാൻ രണ്ടു മത്സ്യടീമുകൾ തമ്മിലുള്ള ഒരു ഫുട്ബാൾ മത്സരം വിഭാവനം ചെയ്യാവുന്നതാണ്. (ഫുട്ബാൾ മത്സരം എന്നല്ല, ഫിൻബാൾ മത്സരം എന്നാണു വിവരിക്കേണ്ടത്. കാരണം കാലുകൾ കൊണ്ടല്ല, ചിറകുകൾ കൊണ്ടാണല്ലോ പന്തു തട്ടുക). കളിസ്ഥലം, മനുഷ്യരുടെതു പോലെ പരന്നമൈതാനിയായിരിക്കുകയില്ല, മറിച്ച്, ഒരു ദീർഘചതുരപ്പെട്ടിയായിരിക്കും. ഈ പെട്ടിയുടെ രണ്ടറ്റത്തെ ഭിത്തികളിൽ വിലങ്ങനെയുള്ള ദ്വാരങ്ങൾ ആയിരിക്കും ഗോൾപോസ്റ്റുകൾ. കാണികൾക്ക് ഇരുന്നു കാണാനുള്ള വേദിയും വിപുലമാ

യിരിക്കും. പെട്ടിയുടെ ആറു ഭിത്തികൾക്കു ചുറ്റും അവർക്ക് ഇരിക്കാമല്ലോ. യഥാർഥ പ്രശ്നം റഫറിമാർക്കും അവരുടെ സഹായികൾക്കും ആയിരിക്കും. കാരണം കള്ളക്കളികൾ ഏതു ദിശയിൽ നിന്നുമാവാം !

എന്നാൽ, എല്ലാ ജലജീവികൾക്കും നീന്തൽ വശമില്ല. മിക്ക മത്സ്യങ്ങൾക്കും തിമിംഗലങ്ങൾക്കും അനേകം അകശേരുകികൾക്കും നീന്തുവാൻ സാധിക്കുന്നു. അതിനാൽ, അത്ര കണ്ട് സ്വന്തം പരിസ്ഥിതിയെ അവ നിയന്ത്രിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ, സജീവ നീന്തൽക്കാരുടെ കുഞ്ഞുങ്ങൾ ഉൾപ്പെടെയുള്ള ബഹുഭൂരിഭാഗം ചെറുജീവികൾ ശക്തമായ ജലചലനങ്ങളുടെ കാരുണ്യത്തിൽ കഴിയുന്നു. ജലം ശാശ്വതമായി ചലനാത്മകമാണെന്നും ഒരു മാധ്യമമെന്നനിലയിൽ അതു വായുവിനെക്കാൾ ഭാരമുള്ളതാണെന്നും നാം മനസ്സിലാക്കി കഴിഞ്ഞുവല്ലോ. വെള്ളത്തിൽ കഴിയുന്ന ജീവികൾ സർവസമയത്തും അങ്ങോട്ടുമിങ്ങോട്ടും തള്ളപ്പെടുന്നു എന്നതാണ് ഇതിൻെറ ഫലം. ആകസ്മികമായി എത്തുന്ന പ്രവാഹങ്ങൾ പ്രതികൂല സാഹചര്യത്തിൽ അവയെ എത്തിക്കുകയാണെങ്കിൽ, അവ നശിച്ചുപോകുന്നു. അല്ലെങ്കിൽ, വളരെ പെട്ടെന്ന് വൻജന്തുക്കളുടെ ഇരയായിത്തീർന്നേക്കാവുന്ന മേഖലകളിലേക്കും അവ ആവാഹിക്കപ്പെട്ടുവെന്നു വരാം. അതുമല്ലെങ്കിൽ, ഭാഗ്യം കടാക്ഷിക്കുകയാണെങ്കിൽ, സമൃദ്ധവികാസവും ജാതീവർധനയും സാധിക്കുന്ന അനുകൂലതരമായ പ്രദേശങ്ങളിൽ അവ എത്തിച്ചേർന്നുവെന്നു വരാം. സ്വന്തംകർമ്മങ്ങളല്ല, സാഹചര്യത്തിലുണ്ടാകുന്ന ആകസ്മികതകൾ ഈ ജീവികളുടെ വിധി നിർണയിക്കുന്നു.

തരണർ, പ്ളവങ്ങൾ, നിതലർ

അങ്ങനെ ഭൗതിക-രാസഘടകങ്ങൾക്കും സാഹചര്യാവശ്യങ്ങൾക്കും വിധേയമായി കടലിലെ ജീവിതം ബൃഹത്തായ പരിവർത്തനങ്ങൾക്കു വിധേയമായിരിക്കുന്നു. കടൽത്തറയിലോ അതിനു സമീപമോ ജീവിക്കുന്ന സസ്യങ്ങളും ജന്തുക്കളും നിതലർ അഥവാ നിതലജീവികൾ എന്ന് അറിയപ്പെ

ടുന്നു. ജലത്തറയ്ക്കുമേലെയുള്ള ത്രിമാനജല പിണ്ഡത്തിൽ രണ്ടുതരം ജീവികൾ അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു – സക്രിയ രായി നീന്തുന്നവരും വെറുതെ വെള്ളത്തിൽ പൊങ്ങിക്കഴിയു ന്നവരും. ആദ്യവിഭാഗം തരണർ എന്നും രണ്ടാംവിഭാഗം പ്ലവക ങ്ങൾ എന്നും വിവരിക്കപ്പെടുന്നു. നിതലരും തരണരും താരത മ്യേന വലിയ ജന്തുക്കളാണ്. തന്നിമിത്തം അവ നമ്മുടെ ശ്രദ്ധ യിൽപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ, കടൽജീവിവിഭാഗത്തിലെ ഭീമമായ ഭാഗം പ്ലവകങ്ങളാണ്. ചെറുതും ജലത്തിൽ പ്ലവിച്ചുകഴിയുന്ന തുമായ, എണ്ണമറ്റ സ്പീഷീസുകൾ ഇതിൽപ്പെടുന്നു. "നിതലർ, തരണർ, പ്ലവകങ്ങൾ എന്നിവയെ കിറുകൃത്യമായി വരയിട്ടു വേർതിരിക്കുവാൻ ആവുകയില്ലെങ്കിലും ഒരു കാര്യമെങ്കിലും വ്യക്തമാണ്: സ്ഥാനബദ്ധമായി കഴിയുകയും ആഹാരശേഖര ണത്തിനും ശ്വാസനത്തിനും അനുസ്യൂതമായ ജലചലനത്തെ ആശ്രയിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന ജീവികൾക്ക് കടൽപ്രവാഹങ്ങൾ അത്യധികം പ്രയോജനം ചെയ്യുന്നു. വെള്ളത്തിലൂടെ സ്വതന്ത്ര മായി നീന്തിനീങ്ങുന്ന സക്രിയരായ നീന്തൽ ജീവികളെ സംബ ന്ധിച്ചിടത്തോളം ഇതേ പ്രവാഹങ്ങളുടെ സന്ദേശം വേറൊ ന്നാണ്. ആപേക്ഷികമായ നിസ്സഹായതയിൽ ഒരിടത്തുനിന്നു വേറെ ഒരിടത്തേക്ക് ആവാഹിക്കപ്പെടുന്ന പ്ളവകങ്ങൾക്കാണെ ങ്കിൽ പ്രവാഹങ്ങൾ തീരെ വ്യത്യസ്തമായ മുഖം കാഴ്ച വക്കുന്നു" (കോക്കർ, പേ. 180).

കടൽജീവികളുടെ ആവാസങ്ങളെ ഇനി അല്പം കൂടി വിശദമായി പരിശോധിക്കാം. കരയിലെന്നപോലെ കടലിലും ജൈവപദാർഥത്തിൻെറ മൗലിക ഉല്പാദകർ സസ്യങ്ങളാണ്. കടൽവെള്ളത്തിൽ ലയിച്ചിരിക്കുന്ന കാർബൺഡയോക്സൈ ഡിനെ സൂര്യവെളിച്ചത്തിൽ സസ്യങ്ങൾ കാർബൊഹൈഡ്രേറ്റു കളായി പരിവർത്തിപ്പിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന സസ്യസമ്പത്തിനെയാണ് സമുദ്രത്തിലെ മുഴുവൻ ജന്തുജാ ലവും ആഹാരത്തിന് ആശ്രയിക്കുന്നത്. എന്നാൽ, കടലിൽ സസ്യങ്ങളുടെ വളർച്ചയും സംഖ്യാവർധനയും മുകൾത്തട്ടിലെ സൂര്യപ്രകാശം ലഭിക്കുന്ന 200 മീറ്റർ ഉപരിജലത്തിൽ മാത്ര മായി പരിമിതമാണ്. സാധാരണയായി ഈ ആഴത്തിന്നപ്പുറം

സൂര്യപ്രകാശം തുളച്ചിറങ്ങുന്നില്ല. കരയോരപ്രദേശങ്ങളിൽ മാത്രമാണ് കടൽത്തറയിൽ സസ്യവളർച്ച സാധ്യമാകുന്നത് എന്നാണിതിന്നർഥം (അധ്യായം - 3 കാണുക). കരയിലെ കുറ്റി ച്ചെടികൾ പോലുള്ള ശാഖോപശാഖകളോടും മൂലസംഹിത യോടും കൂടിയ ആൾഗാസസ്യങ്ങൾ ഈ മേഖലയിൽ സമൃദ്ധ മായി വളരുന്നു. എന്നാൽ, വിശാലമായ സമുദ്രങ്ങളിലെ പ്രകാ ശിതമേഖലയുടെ തുച്ഛമായ ഒരംശം മാത്രമാണ് കരയോരം. അതിനാൽ, സമുദ്രങ്ങളിലെ യഥാർഥമായ സസ്യവികാസസാ ധ്യത സ്ഥിതിചെയ്യുന്നത് വേറെ സ്ഥലത്താണ് – തുറന്ന ജല രാശിയിൽ. സ്ഥാനബദ്ധമല്ലാത്ത പ്ലവകസസ്യങ്ങൾക്കു മാത്രമേ ഇവിടെ അതിജീവനം സാധ്യമാകുകയുള്ളൂ എന്നു വ്യക്തമാണ്. പ്രകൃതി സാധിച്ചിട്ടുള്ളതും ഇതുതന്നെയാണ്. സൂക്ഷ്മമായി ഏകകോശസസ്യങ്ങളുടെ എണ്ണമറ്റ സ്പീഷീസുകൾ തുറന്ന കട ലുകളിൽ അതിസമൃദ്ധമായി വളരുന്നു. സുപ്രകാശിതമേഖല യിൽ അവ അതിസമ്പന്നമാണ്. മിതപ്രകാശിത മേഖലയിലും അവ അതിജീവിക്കുന്നുണ്ട്. പ്ലവകസസ്യങ്ങളുടെ വളർച്ചാനി രക്ക് വിസ്മയകരമാംവിധം ദ്രുതഗതിയിലാണ്.

ബെന്തിക്മണ്ഡലവും പെലാജിക്മണ്ഡലവും

ദ്വിമാനികമായ ജലത്തറപ്രദേശങ്ങൾ ബെന്തിക്മ ണ്ഡലം എന്നും അതിന്നുമേലെയുള്ള ത്രിമാനികമായ ജലപി ണ്ഡം പെലാജിക് മണ്ഡലം എന്നും വിവരിക്കപ്പെടുന്നു. തര ണരും പ്ളവകങ്ങളും പെലാജിക് മണ്ഡലത്തിൽ വസി ക്കുന്നു. നിതലഃരുടെ ആവാസഭൂവാണ് ബെന്തിക്മണ്ഡലം. പ്രത്യേകമായ പരിസ്ഥിതിയവസ്ഥകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഈ രണ്ടു മണ്ഡലങ്ങളും സുനിർവചിതമായ ചെറിയ ഉപപ്ര ദേശങ്ങളായി വീണ്ടും വിഭജിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഇവയുടെ വിശദാം ശങ്ങളിലേക്കു നാം പോകേണ്ടതില്ല. സൂര്യപ്രകാശത്തിന്റെ പ്രവേശവും അതുമായി ബന്ധപ്പെട്ട പരിസ്ഥിതീയ ഘടകങ്ങളു മാണ് ഓരോ പ്രദേശത്തിന്റെയും സവിശേഷതയെ നിർണയി ക്കുന്നത്. കടലിൽ 200 മീ. ആഴം വരെ സൂര്യപ്രകാശം പ്രവേശി ക്കുന്നുവെന്ന് അധ്യായം - 3 ൽ വ്യക്തമാക്കിയല്ലോ. ബെന്തിക്

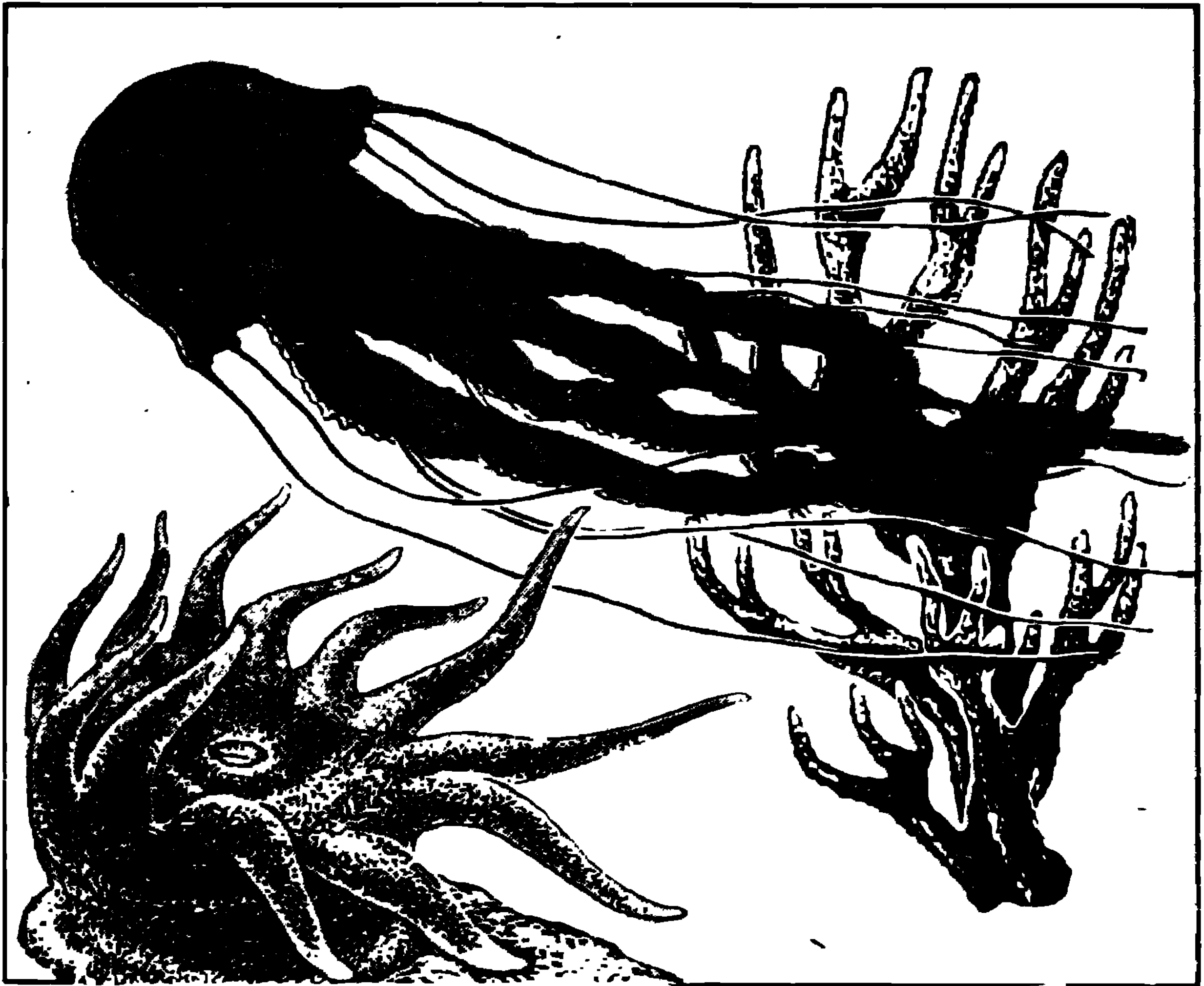
മണ്ഡലത്തിന്റെ പ്രകാശിതഭാഗത്തെ കരസമീപമേഖല (littoral zone) എന്നു വിവരിക്കുന്നു. വൻകരകളുടെയും ദ്വീപുകളുടെയും വിപുലമായ വക്കുകൾ ആണിവ. വേലാന്തരം, യഥാർഥ കര സമീപം, ഉപകരസമീപം എന്നിങ്ങനെ മൂന്ന് ഉപ മേഖലകളായി ഇതു വിഭജിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. കരയ്ക്കും കടലിനുമിടയിലുള്ള ഒരു തരം അനവകാശഭൂവാണ് വേലാന്തരമേഖലയെന്നു പറയാം. വേലിയേറ്റസമയത്ത് അതു പൂർണമായി നിമജ്ജിതമാവുന്നു. എന്നാൽ, വേലിയിറക്കസമയത്ത് അതിനെ കര പൂർണമായി വീണ്ടെടുക്കുന്നു. പദം സൂചിപ്പിക്കുന്നതു പോലെ, യൂലിറ്റോറൽ (യഥാർഥ കരസമീപജലം) സദാ ജലാവൃതമായ കടൽഭാഗമാണ്. ഉപകരസമീപപ്രദേശം (സബ്‌ലിറ്റോറൽ) ഇതിനു തൊട്ടു കീഴെയുള്ള കടൽഭാഗവും. കടൽത്തറയിൽ സൂര്യപ്രകാശം ലഭ്യമാകുന്ന അവസാനത്തെ ഭൂഭാഗമാണ് ഉപകരസമീപപ്രദേശം. ഇതിനപ്പുറം ബെന്തിക്മണ്ഡലമാണ്. ആദിബെന്തിക്, അഗാധബെന്തിക് എന്നിങ്ങനെ രണ്ടു പ്രദേശങ്ങളായി ഇതു ഭാഗിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. 1000 മീറ്റർ ആഴം വരെയുള്ള കടൽത്തറകൾ ആദ്യത്തെതിൽപ്പെടുന്നു. കരയുടെ സ്വാധീനം പരിമിതമായി മാത്രം ഇവിടെ അനുഭവപ്പെടുന്നു. കൂരിരുട്ടിന്റെയും അതിശൈത്യത്തിന്റെയും അന്തരാളമാണ് അഗാധബെന്തിക്. കാലികമായ എന്തെങ്കിലും മാറ്റങ്ങളോ ബാഹ്യസ്വാധീനങ്ങളോ അറിയാത്ത കടലുകളിലെ ദൈവനിരാസ പ്രദേശമാണിത്.

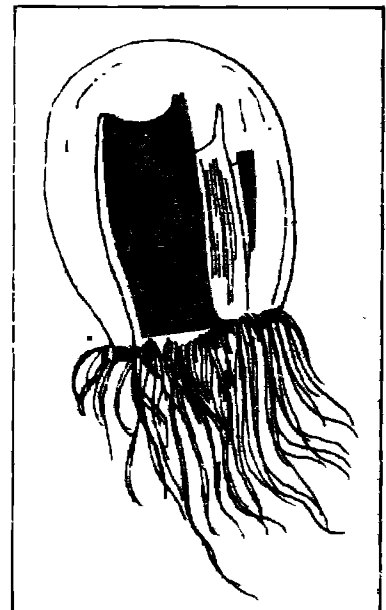
പെലാജിക് മണ്ഡലത്തെ അസാമുദ്രികം, സാമുദ്രികം എന്നിങ്ങനെ രണ്ടു ഭാഗങ്ങളായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു. വൻകരസ്വാധീനങ്ങൾക്കു വിധേയമായ, കരയെ അഭിമുഖീകരിക്കുന്ന തുറന്ന ജലപിണ്ഡം അസാമുദ്രിക (നെറിറ്റിക് അഥവാ അകംകടൽ) മേഖലയിൽപ്പെടുന്നു. 200 മീറ്റർ വരെയാണ് ഇതിന്റെ ആഴം. നെറിറ്റിക്മേഖലയ്ക്കുപുറത്തുള്ള പുറംകടൽ മുഴുവൻ സാമുദ്രികമേഖലയിൽപ്പെടുന്നു. യഥാർഥ തുറന്ന കടൽ ഇതാണ്. സമുദ്രമേഖലയുടെ ആഴം വൈവിധ്യമാർന്നതാണ്. ആഴമനുസരിച്ച്, അതിഭീമമായ ഈ ജലരാശിയെ ഒന്നിനുകീഴെ മറ്റൊന്നായി നാലു സ്തരങ്ങളായി വിഭജിച്ചിരിക്കുന്നു. ഉപരി

പെലാജിക്, മധ്യപെലാജിക്, അഗാധപെലാജിക്, അത്യഗാധ പെലാജിക് എന്നിവയാണ് ഈ നാലു സ്തരങ്ങൾ. സസ്യപ്ലവ കോല്പാദനം സമൃദ്ധമോ താരതമ്യേന പരിമിതമോ ആയ ഉപരിതല പ്രകാശിത മേഖലയാണ് ഉപരിപെലാജിക്. ഇരു ട്ടിനു വെളിച്ചം വഴിമാറുന്ന അല്പപ്രകാശിതമേഖലയാണ് മധ്യ പെലാജിക്. സൂര്യപ്രകാശം പ്രവേശിക്കാത്ത, വ്യാപ്തിയിൽ അതിവിപുലവും അതിഭീമവുമായ ജലപിണ്ഡമാണ് അഗാധ പെലാജിക്. ഈ മേഖലയിൽ ജലചലനങ്ങൾ ഏറെയുണ്ട്. ഒടു വിലായി, ഏതാണ്ട് 2000 മീറ്ററിൽ കൂടുതൽ ആഴമുള്ള അതിവി ദൂരജലപിണ്ഡമായ അത്യഗാധപെലാജിക് സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു. ഇരുണ്ടതും തണുതണുത്തതും നിശ്ശബ്ദവുമായ ഈ അജ്ഞാത ജലലോകത്തിനു ഭൂതലത്തിന്റെ കരഭാഗവുമായോ സൂര്യാദി ബാഹ്യയാഥാർഥ്യങ്ങളുമായോ യാതൊരു സമ്പർക്കവുമില്ല.

പ്ലവകങ്ങൾ

സസ്യപ്ലവകങ്ങൾ, ജന്തുപ്ലവകങ്ങൾ എന്നിങ്ങനെ പ്ലവക ജീവികൾ രണ്ടുതരമാണ്. ആദ്യത്തേതിനെ തിന്നുകൊണ്ട് രണ്ടാമത്തേതു സമൃദ്ധമായി വളരുന്നു. സസ്യപ്ലവകങ്ങൾ പ്രകാശിത ഉപരിമേഖലകളിൽ മാത്രം പരിമിതമായിരിക്കു മ്പോൾ ജന്തുപ്ലവകങ്ങൾ കൂടുതൽ ആഴജലങ്ങളിലും കാണ പ്പെടുന്നു. അങ്ങനെ വിവിധ ആഴങ്ങളിൽ കഴിയുമ്പോഴും ഗുരു ത്വാകർഷണത്തിൽപ്പെട്ടു നിരന്തരം കീഴോട്ടു നിപതിക്കുന്ന സസ്യപ്ലവകങ്ങൾ തന്നെയാണ് അവയുടെ ആഹാരം. തുറന്ന ജലത്തിലെ പരിസ്ഥിതിവ്യവസ്ഥയോടുള്ള അദ്ഭുതകരമായ അനുകൂലനങ്ങളാണ് സസ്യപ്ലവകങ്ങളും ജന്തുപ്ലവകങ്ങളും കാഴ്ചവെക്കുന്നത്. സസ്യമായാലും ജന്തുവായാലും പ്ലവകങ്ങ ളുടെ മുഖ്യ അതിജീവന പ്രശ്നം ജലത്തിൽ പൊങ്ങിക്കിടക്കു കയും ഗുരുത്വാകർഷണ വലിവിനെ രോധിക്കുകയും ചെയ്യുക യെന്നതാണ്. ഓരോജീവിയും ചുറ്റുമുള്ള ജലത്തേക്കാൾ സാന്ദ്ര തകൂടിയതാണ്. ഉടനെയോ പിന്നീടോ അടിത്തട്ടിലേക്കു നിപതി ക്കുകയെന്നതാണ്, തന്നിമിത്തം, അവയുടെ സ്വാഭാവിക പ്രവണത.





ചിത്രം–7 ജെല്ലിമത്സ്യവും (മുകളിൽ) പറങ്കിപ്പടയാളിയും (താഴെ.) വിചിത്രമായതും മൃദു ദേഹമുള്ളതും താഴ്ന്ന ഘടനയുള്ളതുമായ ഈ പ്ളവകജന്തുക്കൾ നമ്മുടെ തീരങ്ങളിൽ സാധാരണമാണ്.

ഈ പ്രവണതയെ അതിജീവിക്കുവാൻ വേണ്ടി വിപുലമായ അനുകൂലനങ്ങൾ ജന്തുപ്ലവകങ്ങൾ വികസിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ബഹുഭൂരിഭാഗവും പ്ലവനക്ഷമത കൈവരിച്ചിരിക്കുന്നതു വലുപ്പക്കുറവു വഴിയാണ്. മൊത്തം ഭാരവുമായുള്ള ബന്ധത്തിൽ ദേഹതലത്തിൻെറ വിസ്തൃതി ആപേക്ഷികമായി വർധിച്ചു കൊണ്ടാണ് പ്ലവനം സാധ്യമാക്കിയിരിക്കുന്നത്.ഗ്ലൈഡുകളുടെയും പാരച്യൂട്ടിൻെറയും ആവിഷ്കരണത്തിൽ മനുഷ്യൻ സ്വീകരിച്ചിട്ടുള്ള തത്വം തന്നെ.

ദേഹവലുപ്പത്തിൻെറ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്ലവകങ്ങളെ നാല് ഇനങ്ങളായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു: (1) സ്ഥൂലപ്ലവകങ്ങൾ കൂടുതൽ വലിയ സസ്യങ്ങളും (കടൽകളകൾ) ജന്തുക്കളും (ജെല്ലിമൽസ്യം, ചിത്രം-7, മൽസ്യമുട്ടകൾ, മൽസ്യകുഞ്ഞുങ്ങൾ, റ്റീനോഫോറുകൾ, അസിഡിയനുകൾ തുടങ്ങിയവ) ഇതിൽപ്പെടുന്നു. നഗ്നനേത്രം കൊണ്ട് ഇവയെ കാണാമെന്നു മാത്രമല്ല, സാധാരണ വലയിൽ അവയെ ശേഖരിക്കുകയും ചെയ്യാം. (2) സൂക്ഷ്മപ്ലവകങ്ങൾ. ഡയറ്റാമുകൾ, ഫ്ലാജല്ലേറ്റുകൾ, കോപിപോഡുകൾ, അനേകതരം ജന്തുക്കളുടെ ലാർവകൾ എന്നിവയെല്ലാം ഇതിൽപ്പെടുന്നു. ഓർഗണ്ടി തുണിയോ ബോൾട്ടിങ്ങ് സിൽക്കോ കൊണ്ടു നിർമ്മിതമായ വലയിൽ ഇവയെ ശേഖരിക്കാം. (2) അതിസൂക്ഷ്മപ്ലവകങ്ങൾ. കൊക്കൊലിത്തോഫോറുകൾ, അനേകതരം ക്രസ്റ്റേഷ്യൻ ലാർവകൾ തുടങ്ങിയവയാണ് ഇതിൻെറ ഉദാഹരണങ്ങൾ. ഏറ്റവും ഇഴയടുത്ത ബോൾട്ടിങ്ങ് സിൽക്ക് വലകളിൽപോലും ഇവയെ ശേഖരിക്കുവാനൊക്കുകയില്ല. മറിച്ച്, ജലസാമ്പിളുകൾ അപകേന്ദ്രണം ചെയ്താണ് ഇവ ശേരിക്കപ്പെടുന്നത്. (4) അന്തിമസൂക്ഷ്മപ്ലവകങ്ങൾ. കടലിലെ ഏറ്റവും സൂക്ഷ്മമായ ജീവിരൂപങ്ങളാണിവ (ബാക്ടീരിയ, സൂക്ഷ്മമായ ലാർവകൾ തുടങ്ങിയവ). അപകേന്ദ്രണത്തിലൂടെ പോലും ഇവയെ വേർപെടുത്തുവാനും ശേഖരിക്കുവാനും പ്രയാസമാണ്. മേല്പറഞ്ഞ തരം വർഗീകരണം സൗകര്യത്തിനു വേണ്ടിമാത്രമുള്ളതാണ്. ജീവശാസ്ത്രപരമായി അത് അപ്രധാനമാകുന്നു.

താപം, ലവണത എന്നിവയോടുള്ള സഹനതയനുസരിച്ചും പ്ലവകങ്ങളെ വിഭജിക്കാറുണ്ട്. ലവണത, താപം, മറ്റു ഭൗതികഘടകങ്ങൾ എന്നിവയുടെ കാര്യത്തിൽ സമുദ്രത്തിൻെറ വിവിധ പ്രദേശങ്ങളും സ്തരങ്ങളും തമ്മിൽ വലിയ അന്തരമുണ്ടാകാവുന്നതാണ്. ദേഹത്തിൻെറ ഉപാപചയത്തിൽ തകർച്ചയോ ജീവഹാനിയോ സംഭവിക്കാതെതന്നെ ഇത്തരം അന്തരങ്ങളെ സഹിക്കുവാൻ അനേകം സസ്യങ്ങൾക്കും ജന്തുക്കൾക്കും ശേഷിയുണ്ട്. വിപുലമായ ലവണതാവ്യതിയാനങ്ങളെ സഹിക്കുവാൻ ശേഷിയുള്ള സസ്യങ്ങളും ജന്തുക്കളും

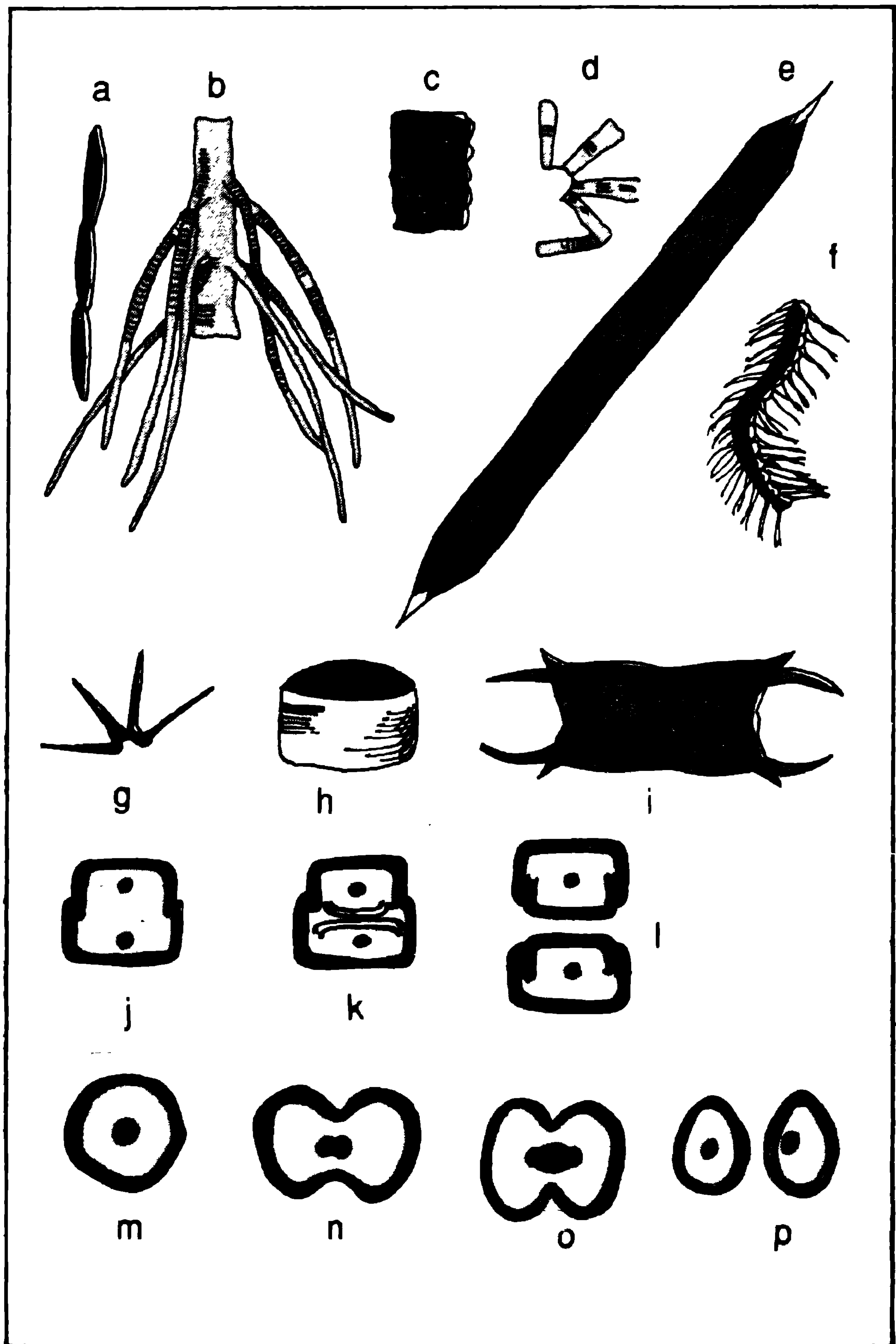
ലവണസഹനർ (euryhaline) എന്നറിയപ്പടുന്നു. ലവണതാവ്യതി യാനങ്ങളോട് പരിമിതസഹനശേഷി മാത്രമുള്ള സസ്യങ്ങളും ജന്തുക്കളും ലവണസഹനരഹിതർ (stenohaline) എന്നറിയപ്പ ടുന്നു. അതുപോലെ, വിപുലമായ താപവ്യതിയാനങ്ങളെ സഹിക്കുവാൻ ശേഷിയുള്ള സസ്യങ്ങളും ജന്തുക്കളും താപസ ഹനർ (eury thermal) എന്നും താപവ്യതിയാനങ്ങളോട് ഇത്തരം ശേഷി പുലർത്താത്തവയെ താപസഹനരഹിതർ (stenother- mal) എന്നും വിവരിക്കുന്നു. താപസഹനരും ലവണസഹനരു മായ ജീവികൾ തീരത്തോടടുത്താണു കൂടുതൽ കാണപ്പെടു ന്നത്. കാരണം, താപം, ലവണത തുടങ്ങിയ പരിസ്ഥിതി ഘടക ങ്ങളിൽ വളരെയേറെ വ്യതിയാനങ്ങൾ പ്രകടമാകുന്നത് ഈ മേഖലയിലാണ്. "കടൽ പ്ലവകങ്ങളുടെ ജീവാവസ്ഥയിലെ നിർണായകമായ ഒരു വസ്തുത പരിസ്ഥിതിയുടെ ഗതിക പ്രകൃതത്തിൽ നിന്നു വന്നുചേരുന്നതാണ്. ജലചലനങ്ങൾ തുറ മുഖങ്ങളിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന താളാത്മകവും ഉൽക്രമണീയ വുമായ വേലാപ്രവാഹങ്ങൾ ആയാലും അല്ലെങ്കിൽ, തുറന്ന കടലുകളിൽ അനുഭവപ്പെടുന്ന പുരോഗമന പ്രവാഹങ്ങൾ, അനായസ ജലനീക്കങ്ങൾ, ചുഴികൾ എന്നിവയായാലും ചഞ്ച ലമായ ആവാസമാണ് പൊതുവായി കടൽപ്ലവകങ്ങൾക്കു ള്ളത്. ഭൂമിശാസ്ത്രപരമായി സ്ഥാനനിർണയം ചെയ്യാൻ വയ്യാത്ത ആവാസാന്തരീക്ഷമാണ് ഇവയുടേത്. അനേകം ജീവി സംഖ്യകൾ നീങ്ങിക്കൊണ്ടേയിരിക്കുന്നു. എന്നാൽ, സ്വന്തം ഭൂമിശാസ്ത്രപരമായ വിതരണം നിയന്ത്രിക്കുവാൻ ഇവയ്ക്കു ഒന്നിനും ശേഷിയില്ല". (കോക്കർ, പേ. 216). മറ്റൊരു വിധ ത്തിൽ പറഞ്ഞാൽ, താപം, ലവണത, പ്രകാശം, മർദം തുടങ്ങിയ സാഹചര്യങ്ങളോട് വിപുലമായ സഹനസീമ പ്രദർശിപ്പിക്കുന്ന പ്ലവകജീവികൾക്കു മാത്രമേ കടലിലെ എണ്ണമറ്റ അപകടങ്ങളെ അതിജീവിക്കുവാൻ സാധിക്കുകയുള്ളൂ.

സസ്യപ്ലവകങ്ങൾ

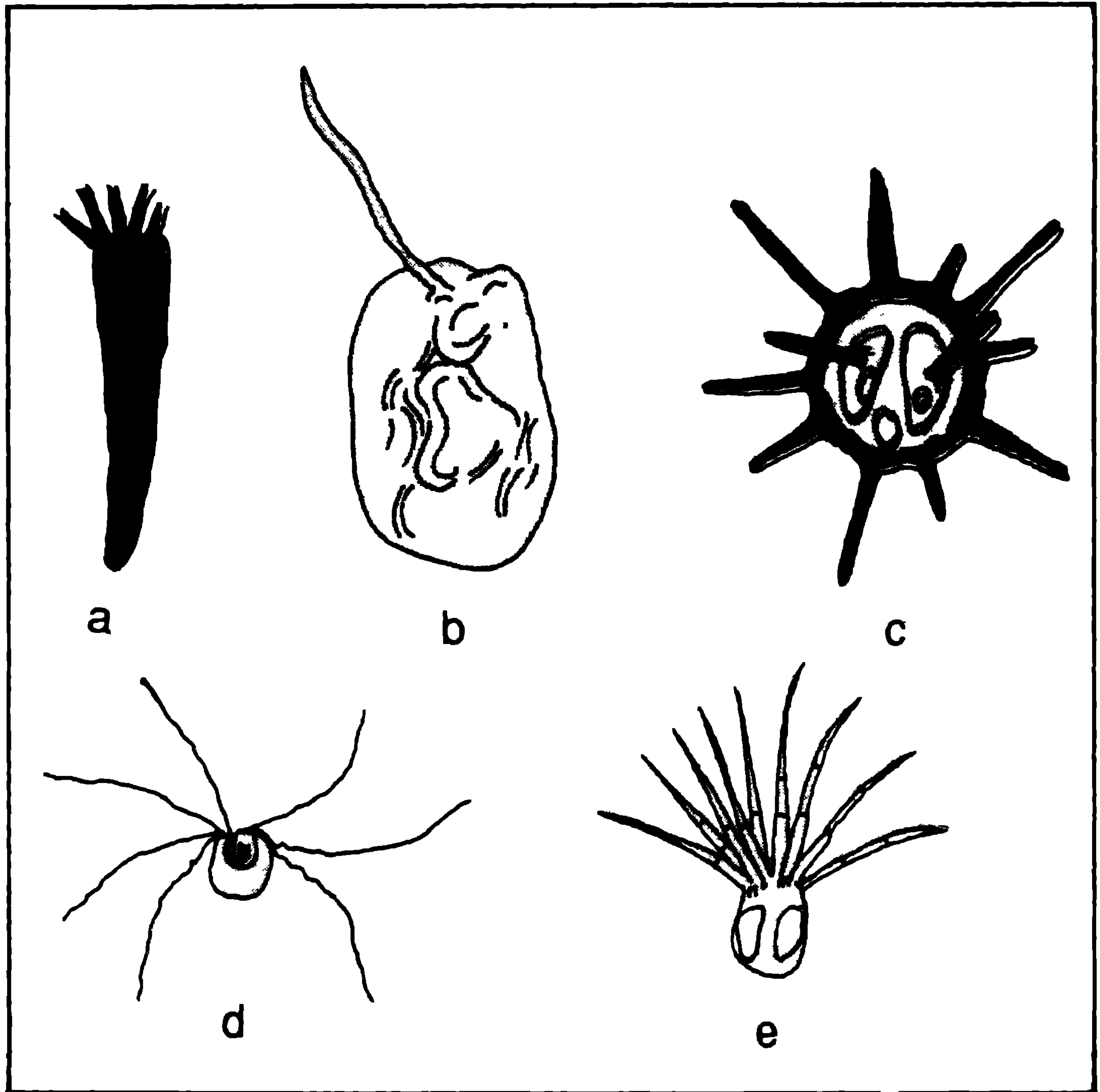
കടലിൽ എവിടെ നിന്നെങ്കിലും ഒരു ഗ്ലാസു വെള്ളമെ ടുത്ത് അതു പ്രകാശത്തിനു നേരെ പിടിക്കുക. സൂക്ഷിച്ചു

നോക്കിയാൽ അനേകായിരം പദാർഥകണികകൾ അതിൽ നൃത്തം വെക്കുന്നതു കാണാം. യഥാർഥത്തിൽ അവ സൂക്ഷ്മ സസ്യങ്ങളും സൂക്ഷ്മജന്തുക്കളുമാണ്. പ്രസ്തുത വെള്ളം ഒന്നോ രണ്ടോ ദിവസത്തേക്കു വെറുതെവച്ചാൽ പദാർഥകണികകൾ അടിയിൽ ഊറിക്കൂടുന്നതുകാണാം. മുകൾത്തട്ടിലെ വെള്ളം ഊറ്റിക്കളഞ്ഞാൽ ഗ്ലാസിൽ അവശേഷിക്കുന്നത് സൂക്ഷ്മകണികകളുടെ നേർത്ത ഒരു സ്തരമായിരിക്കും. മൈക്രോസ്കോപ്പിൽ ഈ അവശിഷ്ടം പരിശോധിച്ചാൽ നിരവധി സസ്യപ്ലവകങ്ങളെയും ജന്തുപ്ലവകങ്ങളെയും അതിൽ തിരിച്ചറിയുവാൻ സാധിക്കും. ഗ്ലാസിലെ വെള്ളത്തിന്നു സമുദ്രജലത്തിന്റെ മുഴുവൻ പ്രാതിനിധ്യമുണ്ടെന്നു പറയാം. ഉപരിതലത്തിൽനിന്നു കീഴ്പോട്ടു 1000 മീറ്റർ വരെയെങ്കിലും പ്ലവകസസ്യങ്ങളും പ്ലവകജന്തുക്കളും സർവ സമുദ്രങ്ങളിലും സർവവ്യാപിയാണ്. പക്ഷേ, അവയുടെ കേന്ദ്രീകരണത്തിൽ ഗണ്യമായ വ്യതിയാനങ്ങൾ കാണാം.

സസ്യപ്ലവകങ്ങൾ മുഖ്യമായി രണ്ടു വിഭാഗത്തിൽപ്പെടുന്നു – ഡയറ്റമുകളും (ചിത്രം 8) ഫ്ലാജല്ലേറ്റുകളും (ചിത്രം 9). സൂക്ഷ്മമായ വർത്തുളപെട്ടികളാണ് ഡയറ്റമുകൾ. ഗോളാകാര സഞ്ചിസമാന ഘടനയാണ് ഫ്ലാജല്ലേറ്റുകൾക്കുള്ളത്. ചലനം, സാധിക്കുന്നതിന്നായി ഇതിന് ഒന്നോ അതിലധികമോ ലോമസമാനമായ ഫ്ലാജല്ലേറ്റുകളുണ്ട്. ലളിതമായ കോശവിഭജനത്തിലൂടെ സംഖ്യാവർധന സാധിക്കുന്ന ഏകകോശസസ്യങ്ങളാണ് രണ്ടും. അതായത്, പൂർണവളർച്ചയെത്തുമ്പോൾ കോശം രണ്ടായി മുറിയുകയും ഓരോന്നും മുഴുസസ്യമായി വളരുകയും ചെയ്യുന്നു. അനുകൂലമായ സാഹചര്യങ്ങളിൽ വെറും രണ്ടു മണിക്കൂർ കൊണ്ട് പൂർണവളർച്ച പ്രാപിച്ചേക്കാം. ഇക്കാരണത്താൽ, സംഖ്യവർധനയ്ക്കുള്ള സാധ്യത വളരെ വലുതാണ്. പ്ലവനക്ഷമത വർധിപ്പിക്കുന്നതിന് ഏതാനും അനുകൂലനങ്ങൾ വികസിതമായിട്ടുണ്ട്. സഞ്ചി, സൂചി, രോമം തുടങ്ങിയവയുടെ രൂപങ്ങളിലുള്ള ദേഹവൃദ്ധികളും നാടസമാനമോ ശാഖിതമോ ആയ രൂപങ്ങളും ഇത്തരം അനുകൂലനങ്ങളിൽപ്പെടുന്നു. പലപ്പോഴും സൂക്ഷ്മദേഹത്തിൽ എണ്ണത്തുള്ളികൾ



ചിത്രം–8 വിവിധ തരം ഡയറ്റമുകൾ. (*a–i*); പ്രത്യുല്പാദന ദശകൾ (*j–p*)



ചിത്രം–9 വിവിധതരം ഫ്ളാജല്ലേറ്റുകൾ

കാണാം. ദേഹത്തിന്റെ സാന്ദ്രത കുറയ്ക്കുവാൻ ഇതു സഹായകമാണ്. മാർമ്മികമായി ഏകകോശീയമാണെങ്കിലും പല സ്പീഷീസുകളിലും വ്യക്തികൾ അയഞ്ഞ രീതിയിൽ പരസ്പരം ബന്ധിച്ചു കോളണികളായി ജീവിക്കുന്നുണ്ട്. ദേഹഭാരവുമായുള്ള താരതമ്യത്തിൽ ദേഹതലം ഗണ്യമായി വർധിക്കുന്നു എന്നതാണ് ഫലം. ഡയറ്റമുകളുടെയും ഫ്ളാജല്ലേറ്റുകളുടെയുമിടയിൽ ആയിരമായിരം സ്പീഷീസുകൾ അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്, നഗ്നദൃഷ്ടിയിൽ ഏതാണ്ട് അദൃശ്യമാണെങ്കിലും ഡയറ്റമുകളും ഫ്ളാജല്ലേറ്റുകളും കടലുകളിലെ പ്രാഥമികോല്പാദകരാണ്. സമുദ്രജന്തുവിഭവത്തിനാകെ അടിസ്ഥാന ഭക്ഷ്യഘടകമായി ഭവിക്കുന്നത് ഇവയാണ്.

എളുപ്പത്തിൽ വിഘടിക്കാത്ത ഒരു സിലിക്കാ നിർമ്മിത ബാഹ്യകവചമുണ്ട് എന്ന കാര്യത്തിൽ മറ്റുതരം പ്ളവകങ്ങളിൽ നിന്ന് ഡയറ്റമുകൾ വിഭിന്നരാണ്. ഡയറ്റമുകൾ സ്വാഭാവികമരണത്തിന്നു വിധേയമാകുമ്പോൾ അവയുടെ പുറംതോടുകൾ അടിത്തറയിലേക്കു നിപതിക്കുകയും ജലത്തറനിക്ഷേപത്തിൻെറ ഒരു പ്രധാനഘടകം ആയിത്തീരുകയും ചെയ്യുന്നു; പ്രത്യേകിച്ച് ഉഷ്ണമേഖലാസമുദ്രങ്ങളിൽ ഡയറ്റംഊസ് എന്ന പേരിൽ ഈ നിക്ഷേപങ്ങൾ അറിയപ്പെടുന്നു. പലപ്പോഴും നൂറുകണക്കിനു മീറ്റർ കനത്തിൽ ഇതു കാണപ്പെടുന്നു. അനുകൂലസാഹചര്യങ്ങളിൽ ഡയറ്റമുകളുടെ സംഖ്യാവർധനനിരക്ക് വിസ്മയകരമാംവിധം വലുതാണ്. ഒരൊറ്റ ഡയറ്റം ഒരു മാസത്തിനകം 10 കോടി ഡയറ്റമുകളായി പെരുകിയേക്കാം. എന്നാൽ, ആർത്തിയോടെ അവയെ തിന്നൊടുക്കുന്ന ജന്തുപ്ലവകങ്ങൾ ഡയറ്റം സംഖ്യയെ നന്നായി നിയന്ത്രിക്കുന്നു. "ഒരു കരയിൽ നിന്നു മറുകരവരെയും അടിത്തട്ടിൽ നിന്ന് ഉപരിതലം വരെയും സമുദ്രജലവ്യാപ്തമാകെ 'ഉപഭോക്തൃ' വിഭാഗത്തിൽപ്പെടുന്ന ജന്തുക്കളുടെ ആവാസമാണെങ്കിലും പ്രകാശസംശ്ലേഷണം വഴിയുള്ള പ്രാഥമികോല്പാദനം ഉപരിഭാഗത്തെ പ്രകാശിതമേഖലയിൽ മാത്രമായി പരിമിതമാകുന്നു. താരതമ്യേന ഇടുങ്ങിയ മേഖലയിൽ കഴിയുന്ന സസ്യങ്ങൾക്ക് പ്രസ്തുതമേഖലയിൽ ജീവിക്കുന്ന ജന്തുക്കളെ മാത്രമല്ല, കൂടുതൽ ബൃഹത്തായ ഇരുണ്ട കീഴ്ജലങ്ങളിൽ വസിക്കുന്ന മൃതദേഹഭോജികളും ഇരപിടിയന്മാരുമായ വൻജന്തുജാലങ്ങൾക്കും ആഹാരമാകേണ്ടതുണ്ട്. വർധമാനമായ ഒരു സസ്യസംഖ്യയെയും സസ്യസമ്പത്തിനെയും എല്ലാക്കാലത്തും നിലനിറുത്തിക്കൊണ്ടല്ല, മറിച്ച് ദ്രുതഗതിയിലുള്ള പ്രത്യുല്പാദനം വഴിയാണ് ഈ നേട്ടം പ്ലവക സസ്യങ്ങൾ കൈവരിച്ചിരിക്കുന്നത്. ഓരോ ദിവസവും ഓരോ മണിക്കൂറിലും ഭക്ഷിക്കപ്പെടുന്ന ലക്ഷങ്ങൾക്കു പകരം പുതിയ സസ്യങ്ങൾ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു." (കോക്കർ, പേ. 198). ഒരൊറ്റ കോപിപോഡ് ഒരു ദിവസത്തിൽ ഒരു ലക്ഷത്തിലേറെ ഡയറ്റമുകളെ ഭക്ഷിച്ചതായി കാണപ്പെട്ടിരുന്നു (കോപിപോഡ് ജന്തുപ്ലവകത്തിലെ ഏറ്റവും സാധാരണമായ ഒരിനമാകുന്നു). കോപി

പോഡിന്റെ ജീവചക്രം അനേകമാസം നീണ്ടുനില്ക്കുന്നതും അവയുടെ സ്പീഷീസുകളുടെയും ഓരോ സ്പീഷീസിലെ വ്യക്തികളുടെയും എണ്ണം യഥാർഥത്തിൽ നിർണയിക്കുവാൻ പറ്റാത്തതുമാണ്. കോപിപോഡുകൾ മാത്രം നിത്യം തിന്നൊടുക്കുന്ന ഡയറ്റമുകളുടെ എണ്ണം ഭാവനാതീതമാണ്.

സസ്യപ്ലവകത്തിലെ ഏറ്റവും സംഖ്യാസമ്പന്നമായ അടുത്തയിനം ഫ്ലാജല്ലേറ്റുകളാണ്. പ്ലവകജന്തുക്കളെപ്പോലെ നീന്തി നീങ്ങുവാൻ ഒന്നോ അതിലധികമോ ഫ്ലാജല്ലങ്ങൾ ഇവയ്ക്കുണ്ട്. എന്നാൽ, ക്ലോറോഫിൽ ഉണ്ട് എന്ന വസ്തുത ഇവയുടെ സസ്യപ്രകൃതത്തെ സംശയരഹിതമായി തെളിയിക്കുന്നു. ഫ്ലാജല്ലേറ്റുകളിലും വിവധഗ്രൂപ്പുകൾ ഉണ്ട്. കടലുകളുടെ സമ്പദ്വ്യവസ്ഥയിൽ ഡയറ്റമുകളുടെ തൊട്ടുപുറകിലാണ് ഫ്ലാജല്ലേറ്റുകളുടെ സ്ഥാനം, പ്രത്യേകിച്ച് ഉഷ്ണമേഖലാ പ്രദേശങ്ങളിൽ. സെല്ലുലോസ് നിർമ്മിതമാണ് ഫ്ലാജല്ലേറ്റുകളുടെ കംകാളങ്ങൾ. പലപ്പോഴും അവയുടെ ദേഹത്തിൽ കടുത്ത വർണ ചൂർണകങ്ങൾ കാണാം. ഇക്കാരണത്താൽ, അവ തിങ്ങിവസിക്കുന്ന ജലത്തിനും പ്രസ്തുത നിറം വന്നുചേരുന്നു. വാസ്തവത്തിൽ ചെങ്കടലിന് ആ പേരുവരുവാൻ കാരണം *ട്രൈക്കോഡെസ്മിയം എരിത്രേയം* എന്ന ഫ്ലാജല്ലേറ്റിന്റെ ഗണനീയമായ സാന്നിധ്യമാണ്. നമ്മുടെ തീരങ്ങളിലും മഞ്ഞയോ പച്ചയോ തവിട്ടോ ചുവപ്പോ അടയാളങ്ങൾ ജലതലത്തിൽ പലപ്പോഴും കാണാവുന്നതാണ്. ഈ നിറങ്ങളുള്ള ഫ്ലാജല്ലേറ്റുകളുടെ സമൃദ്ധമായ വളർച്ചയെ ഇതു സൂചിപ്പിക്കുന്നു. വൻതോതിൽ കാണപ്പെടുമ്പോൾ ചില ഫ്ലാജല്ലേറ്റുകൾ മറ്റു ജീവികൾക്കു ഹാനികരമാണ്. ചില വിഷപദാർഥങ്ങൾ അവ വിസർജിക്കുന്നു എന്നതാണ് കാരണം. മത്സ്യങ്ങളെപ്പോലും വൻതോതിൽ കൊന്നൊടുക്കുന്ന 'ചുവന്ന വേലി' ഉണ്ടാക്കുന്നത് *ജിംനൊഡെനിഡിയം ബ്രവിസ്* എന്ന ഡൈനൊഫ്ലാജല്ലേറ്റാണ്.

ഡൈനൊഫ്ലാജല്ലേറ്റുകൾ വേറൊരു പ്രതിഭാസം സൃഷ്ടിക്കുന്നുണ്ട് – ജീവദീപ്തി. ദീപ്തമായ ഡൈനൊഫ്ലാജല്ലേറ്റു കോളണികൾ പല തീരങ്ങളിലും സർവസാധാരണമാണ്. ഇത്തരം കടൽപ്രദേശങ്ങളിലെ ഇളകിമറിയുന്ന തിരമാലകൾ

ഒരായിരം ഫ്ലൂറോസൻറ് വിളക്കുകളാൽ പ്രകാശിതമായതു പോലെ സന്ധ്യയ്ക്കു ശേഷം തിളങ്ങുന്നതു കാണാം. വസന്ത കാലത്ത് നമ്മുടെ തീരങ്ങളിൽ ജീവദീപ്തി സർവസാധാരണ മാണ്.

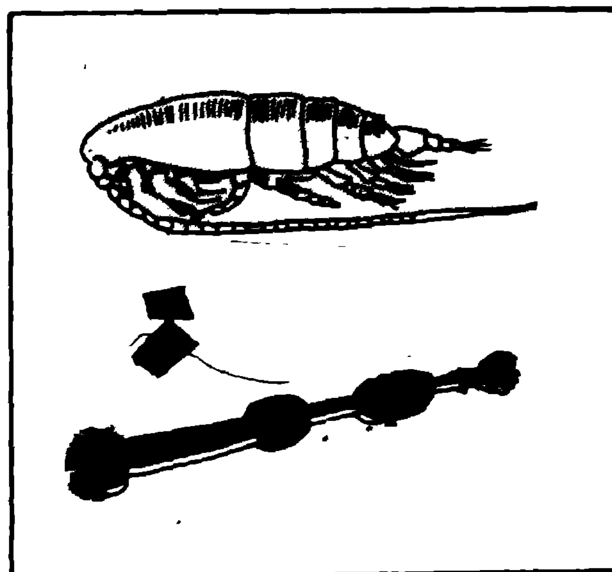
കാൽസ്യം കൊണ്ടുള്ള സംരക്ഷണത്തോടുള്ള ഫ്ലാജല്ലേറ്റു കളാണ് കൊക്കൊലിത്തൊഫോറുകൾ. സങ്കീർണമായ അല ങ്കാരങ്ങളോടു കൂടിയ പുറംതോടുകൾ അവയെ അതിമനോഹര ങ്ങളാക്കുന്നു. നന്നേ ചെറുതായതു കാരണം കൊക്കൊലി ത്തൊഫോറുകളെ സാധാരണ പ്ലവകവലയിൽ ശേഖരിക്കു വാൻ ഒക്കുകയില്ല. തന്നിമിത്തം, സവിശേഷ കുപ്പികളിൽ ശേഖ രിച്ച് അപകേന്ദ്രണം ചെയ്യുന്നു. വലുപ്പത്തിൽ തീരെ ചെറുതാ യതു കാരണം, കൊക്കെലിത്തൊഫോറുകളും പ്ലവകത്തിലെ മറ്റു ചില ഘടകങ്ങളും (സസ്യപ്ലവകം മാത്രമല്ല, അനേകം ജന്തുപ്ലവകങ്ങളും ഇതിൽപ്പെടുന്നു) അതിസൂക്ഷ്മപ്ലവകങ്ങൾ എന്നു വിവരിക്കപ്പെടുന്നു. ഒരൊറ്റ ലിറ്റർ കടൽവെള്ളത്തിൽ പത്തു ലക്ഷം കൊക്കൊലിത്തൊഫോറുകൾ വരെയുണ്ടാവാം. "സർവഡയറ്റമുകളെയും ഡൈനോഫ്ലാജല്ലേറ്റുകളെയും അതി സൂക്ഷ്മപ്ലവകങ്ങളെയും ചേർത്തു സാമാന്യമായി 'കടലുക ളിലെ പച്ചപ്പുല്ലുകൾ' എന്നു വിവരിക്കാറുണ്ട്. പ്രകാശസംശ്ലേ ഷണത്തിനു സൂര്യപ്രകാശത്തെയും ചില അകാർബണിക പോഷക പദാർഥങ്ങളുടെ (കാർബൺഡയോക്സൈഡ്, വെള്ളം, നൈട്രേറ്റുകൾ, ഫോസ്ഫോറസ്, ഇരുമ്പ്) സാന്നിധ്യത്തെയും ആശ്രയിച്ചുകൊണ്ട് കടലിലെ പച്ചപ്പുല്ലുകൾ കാർബൺ യൗഗി കങ്ങളെ നിർമ്മിക്കുന്നു. ഈ ചെറുസസ്യകോശങ്ങളിൽ സംഭരി ക്കപ്പെടുന്ന ഊർജം കടലുകളിലെ സർവജീവപ്രകിയകളു ടെയും രാസോർജത്തിൻെറ ഉറവിടമായിത്തീരുന്നു. കടലിലെ പച്ചപ്പുല്ലുകൾ 80 മുതൽ 120 വരെ ബില്ല്യൻ ടൺ കാർബോ ഹൈഡ്രേറ്റ് ഓരോ വർഷവും ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നുണ്ട് എന്നു കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. കരയിലെ തരതമമായ സസ്യോ ല്പാദം 40 ബില്ല്യൻ ടണ്ണാണ് എന്നോർക്കേണ്ടതുണ്ട്. കാർബൊ ഹൈഡ്രേറ്റുകളിൽ നിന്ന് സസ്യപ്ലവകങ്ങൾ പ്രോട്ടീനുകളും കൊഴുപ്പുകളും നിർമ്മിക്കുന്നു. ഈ ജീവികളുടെ ഭാരത്തിൽ 40

– 50 ശതമാനം പ്രോട്ടീനും 20 – 40 ശതമാനം കാർബോഹൈഡ്രേറ്റുകളും 20 – 25 ശതമാനം കൊഴുപ്പുകളുമാണെന്നു നിർണയിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു."(യാസൊ, 'സമുദ്രശാസ്ത്രം', പേ. 132).

ജന്തുപ്ലവകങ്ങൾ

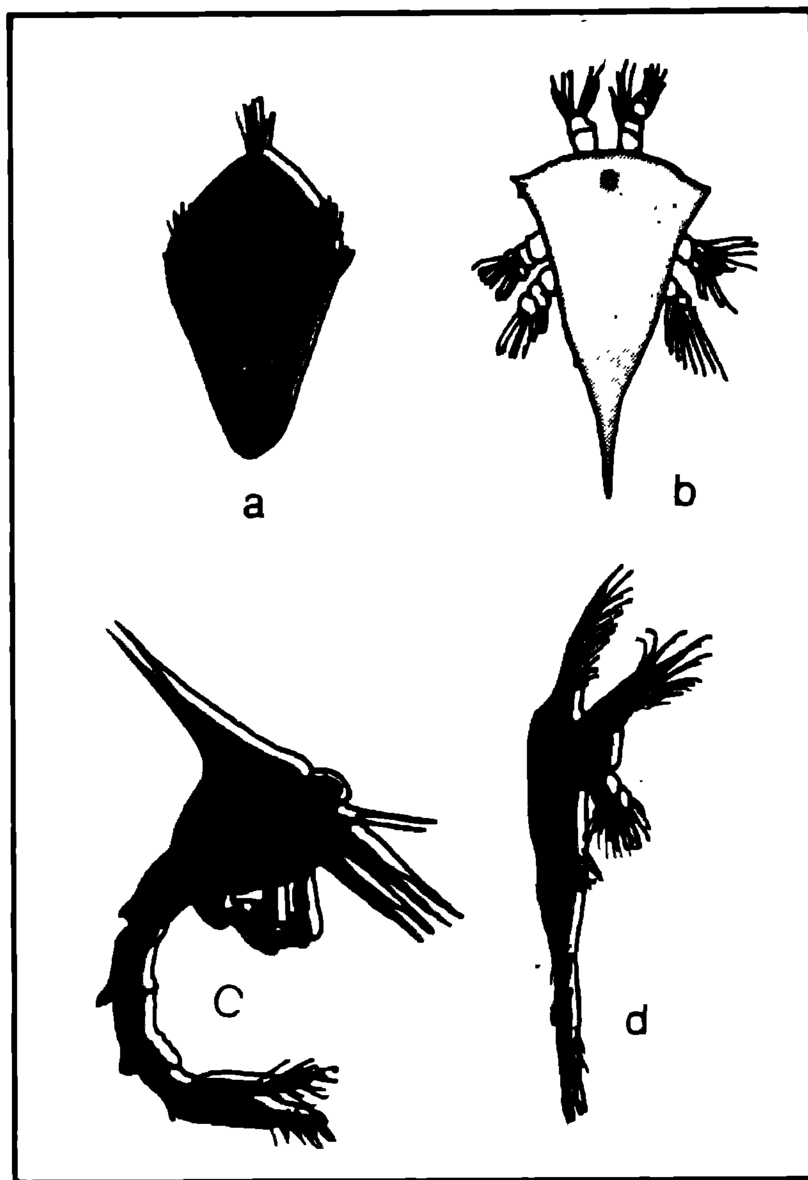
ഒരേ ആവാസത്തിൽ ജീവിക്കുന്ന സസ്യങ്ങളെക്കാൾ എത്രയോ വൈവിധ്യമാർന്ന ഒരു ചിത്രമാണ് ജന്തുപ്ലവകങ്ങൾ പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നത്. ജന്തുപ്ലവകങ്ങൾ പ്രകടിപ്പിക്കുന്ന വിവിധ അനുകൂലനങ്ങളുടെ മനോഹാരിതയും സങ്കീർണതയും പരിമിതമായ പേജുകളിൽ വിവരിക്കാനൊക്കുകയില്ല. അതിലേക്ക് ഒന്ന് എത്തിനോക്കുക മാത്രം ചെയ്യാം.

മുഴുപ്ലവകം, അർധപ്ലവകം എന്നിങ്ങനെ രണ്ടു വിഭാഗങ്ങളായി ആദ്യം തന്നെ ജന്തുപ്ലവകങ്ങളെ വിഭജിക്കാം. ആദ്യത്തെതു പ്രൗഢരൂപങ്ങളും പ്ലവകത്തിലെ സ്ഥിരഘടകങ്ങളുമാകുന്നു. ഏറിയകൂറും യുവദശകൾ അടങ്ങിയതും പ്ലവകത്തിൽ താല്ക്കാലികഘട്ടം മാത്രം ചെലവഴിക്കുന്നതുമാണ് രണ്ടാമത്തെ വിഭാഗം. അതിനുശേഷം തരണർ ആയോ നിതലർ ആയോ പരിവർത്തനം ചെയ്ത് ഇവ പ്ലവകദശ വിടുന്നു. താല്ക്കാലികഘട്ടത്തിന്റെ ദൈർഘ്യം ഏതാനും ദിവസങ്ങൾ തുടങ്ങി ചില മാസങ്ങൾ വരെയാവാം. അളവിലും വൈവിധ്യത്തിലും



ചിത്രം–10 സാധാരണമായ രണ്ടു പ്ലവകജീവികൾ : *(a)* കോപിപോഡ് *(b)* അമ്പുപുഴു.

താല്ക്കാലിക ഘട്ടങ്ങൾ ജന്തുപ്ലവകത്തിലെ സ്ഥിരം ഘടകങ്ങളെക്കാൾ ഒട്ടുംതന്നെ അപ്രധാനമല്ല. ആഹാരശീലങ്ങളെ ആസ്പദമാക്കി ജന്തുപ്ലവകങ്ങളെ സസ്യാഹാരികൾ, മാംസാഹാരികൾ എന്നിങ്ങനെ രണ്ടുതരക്കാരായി ഭാഗിച്ചിരിക്കുന്നു. അടിസ്ഥാനപരമായ സസ്യപ്രോട്ടീനുകളെ മത്സ്യങ്ങളുടെയും മറ്റുവൻജീവികളുടെയും മാംസപ്രോട്ടീൻ ആയി മാറ്റുന്നതിൽ രണ്ടു വിഭാഗങ്ങളും സുപ്രധാന പങ്കു വഹിക്കുന്നു. മത്സ്യങ്ങളും വൻജീവികളും പിന്നീട് മനുഷ്യാഹാരമായിത്തീരുന്നു.



ചിത്രം–11. ചില അർധപ്ളവകങ്ങൾ: *(a)* നീറിഡ്പുഴുവിന്റെ ട്രോക്കോഫോർ ലാർവ *(b)* ബാർണിക്കിളിന്റെ നോപ്ലിയസ് ലാർവ *(c)* ഞണ്ടിന്റെ സോയിയ ലാർവ *(d)* കോപിപോഡിന്റെ നോപ്ലിയസ് ലാർവ പ്ലവകത്തിൽ ഏതാനും ദിവസങ്ങൾ ചെലവഴിച്ചശേഷം അർധ പ്ലവകങ്ങൾ അവയുടെ പ്രൗഢരൂപമായി കായാന്തരണം ചെയ്യുന്നു. ഇതു തരണരോ പ്ലവക നിതലരോ ആവാം

യൗവനഘട്ടത്തിലോ പ്രൗഢഘട്ടത്തിലോ ആയി പ്രോട്ടോസോവൻ തുടങ്ങി കശേരുകികൾ വരെയുള്ള സർവ ജന്തുരൂ

പങ്ങളും പ്ലവകത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നു. ഏകകോശികമായ പ്രോട്ടോസോവനുകൾ എല്ലാ കടലുകളിലും സർവകാലങ്ങളിലും സാധാരണമാണ്. *ഗ്ലോബിഗറൈന*യെപ്പോലുള്ള ഫൊറാമിനിഫെറുകൾക്കു പ്ലവിക്കാനുതകുന്ന സൂക്ഷ്മമുള്ളുകളുടെ വിപുലവ്യവസ്ഥകളോടു കൂടിയ കാൽസ്യം നിർമ്മിത ഷെല്ലുകളാണുള്ളത്. ലക്ഷോപലക്ഷം വർഷങ്ങളായി ഇവയുടെ സൂക്ഷ്മഷെല്ലുകൾ അതിവിപുലമായ അളവിൽ ജലത്തറകളിൽ നിക്ഷേപിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഇത് *ഗ്ലോബിഗറൈനഊസ്* എന്നറിയപ്പെടുന്നു. സമ്പന്നവും വിവിധവുമായ ഫൊറാമിനിഫെറാ സ്പീഷീസുകൾ സർവകടലുകളിലും കാണപ്പെടുന്നു. പ്രത്യേകിച്ച് ഉഷ്ണജലമേഖലകളിൽ. സിലിക്കാ നിർമ്മിത ഷെല്ലുകളോടു കൂടിയ (കാൽസ്യം നിർമ്മിതമല്ല) വേറൊരു വിഭാഗം പ്രോട്ടോസോവയാണ് റേസിയോലോറിയനുകൾ. ഷെല്ലുകളിൽ ദീർഘമുള്ളുകൾ ഉണ്ട്. മുള്ളുകളുടെ നീളം ജലസാന്ദ്രതയുമായി ക്രമീകൃതമാകുന്നതിനാൽ, പ്ലവകത പരമാവധി സാധിക്കുന്നു. പ്രജ്ജ്വലമായ അനേകായിരം തരം രൂപാങ്കനങ്ങൾ ഷെല്ലുകളിൽ കാണപ്പെടുന്നു. ഷെല്ലുകൾ ഒടുവിൽ ജലത്തറയിൽ നിക്ഷിപ്തമാകുന്നു. സിലിക്കാമയ റേഡിയോലേറിയനുകളുടെ കട്ടിയുള്ള സ്തരങ്ങൾ പസിഫിക്കിലെ ഉഷ്ണമേഖലകളിൽ കാണുന്നുണ്ട്. രാത്രികാലങ്ങളിൽ അത്യുജ്ജ്വലമായി ജീവദീപ്തിയുണ്ടാക്കുന്ന 'നോക്ടിലൂക' വളരെ താല്പര്യമുളവാക്കുന്ന ജീവിയാണ്.

സ്വതന്ത്ര ചലനമുള്ള ലാർവകളാണ് പ്ലവകത്തിലെ സ്പോഞ്ചു പ്രതിനിധികൾ. സീലൻററേറ്റുകളുടെ പ്രതിനിധികളായി പ്രൗഢരൂപങ്ങളും യുവദശകളും കാണപ്പെടുന്നു. താഴ്ന്ന ഘടനയുള്ള ഈ ജന്തുക്കളുടെ ഏറ്റവും അറിയപ്പെടുന്ന ഉദാഹരണങ്ങൾ കോറലുകൾ, കടൽലില്ലികൾ, കടൽപങ്കകൾ തുടങ്ങിയവയാണ്. സാധാരണയായി ഇവയെല്ലാം നിതലർ ആണ്. എന്നാൽ, സ്വതന്ത്രവും അതേ സമയം ജലപ്രവാഹവിധേയവുമായ ലാർവാഘട്ടങ്ങൾ (മെഡൂസോയ്ഡ് ഘട്ടങ്ങൾ) ഇവയ്ക്കെല്ലാം ഉണ്ട്. ലാർവകളെ പുതിയ ജലമേഖലകളിൽ എത്തിക്കുക വഴി, സാന്ദർഭികമായെങ്കിലും ഒരു സേവനമാണ് ജലപ്ര

വാഹങ്ങൾ അനുഷ്ഠിക്കുന്നത്. ജെല്ലിമീനുകളെപ്പോലുള്ള ചല നാത്മകമായ സീലൻററേറ്റുകൾ വേറെയുമുണ്ട്. തീരജലങ്ങളിൽ പോലും ജെല്ലിമീനുകൾ സുലഭമാണ്. ചെറുതാണെങ്കിൽ ബക്കറ്റിൽ കോരിയെടുക്കുകയും ചെയ്യാം. കുട രൂപത്തിലുള്ള ഇവയുടെ മൃദുദേഹങ്ങൾ മനോഹരമായ താളാത്മകസ്പന്ദന ങ്ങളോടെ നീന്തുന്നതു കാണുവാൻ രസമാണ് (ചിത്രം - 7).

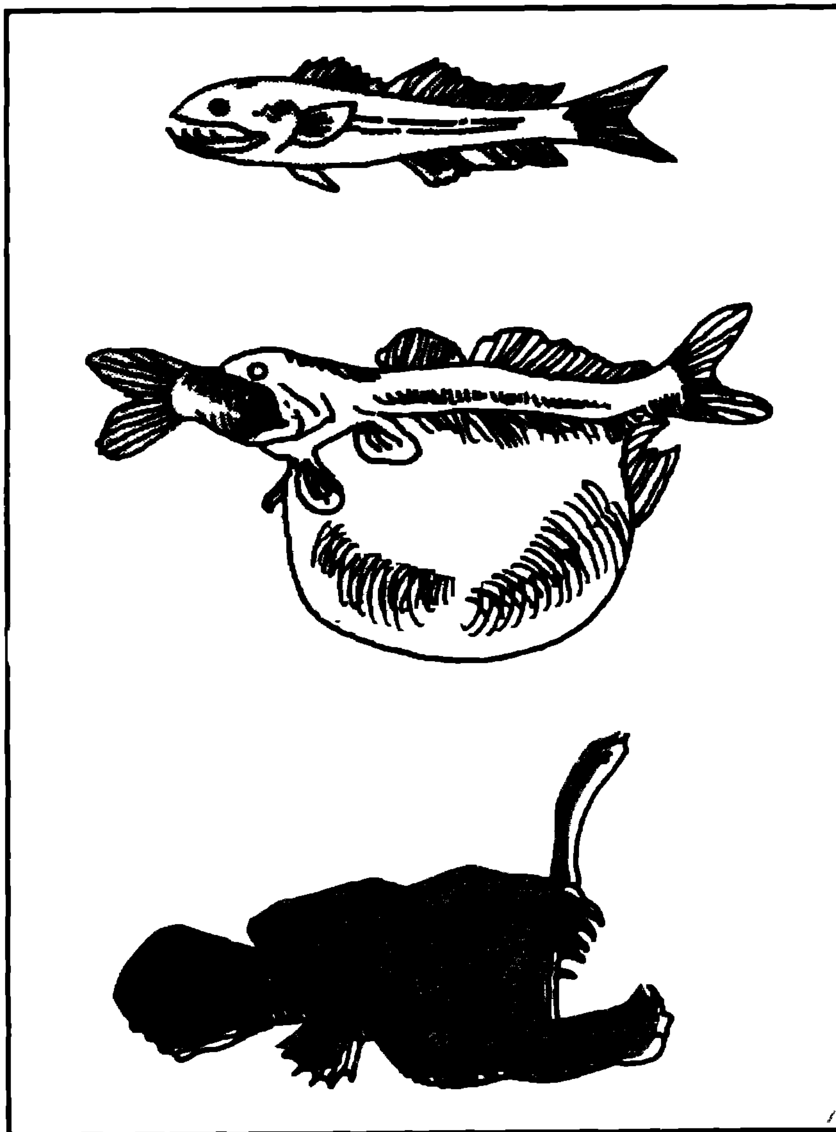
ചില കൊളോണിയൽ പ്ലവക സീലൻററേറ്റുകൾ കടൽ സഞ്ചാരികൾക്ക് സുപരിചിതമാണ്. 'പറങ്കിപ്പടയാളി', 'കാറ്റിൽ ഓടും കടലോട്ടക്കാരൻ' എന്നിങ്ങനെയുള്ള വിചിത്ര നാമങ്ങളും അവയ്ക്കു ലഭിച്ചിട്ടുണ്ട് (ചിത്രം - 7). സവിശേഷരൂപങ്ങൾ കാര ണമാണ് ഇവയ്ക്ക് ഈ പേരുകൾ കൈവന്നിരിക്കുന്നത്. ഉജ്ജ്വ ലവർണങ്ങളും പലപ്പോഴും വർണദീപ്തിയുമുള്ള ഈ കോളണി ജന്തുക്കൾക്ക് ആഹാരശേഖരണം, പ്ലവനം, ചലനം, പ്രത്യുല്പാദനം തുടങ്ങി വിവിധകർത്തവ്യങ്ങൾ നിർവഹിക്കു ന്നതിന്നു സവിശേഷവൽക്കൃതമായ വ്യക്തികളുണ്ട്. പൂർണ മായി ജലനീക്കങ്ങൾക്കു വിധേയമാണെങ്കിലും സ്വന്തമായ നീന്തൽ ശ്രമങ്ങൾ അവ നടത്തുന്നു.

വിവിധതരം പുഴുക്കളിൽ (അന്നലിഡുകൾ, ബന്ധപ്പെട്ട ഗ്രൂപ്പുകൾ) ചിലതു മാത്രമേ പ്ലവകത്തിൽ കാണപ്പെടുന്നുള്ളൂ. പൂർണമായും ഒരു ഒഴുക്കൻ ജീവിതത്തിന് അനുകൂലിതമായി രിക്കുന്നു എന്നതു ടോമോപ്റ്ററിഡുകളുടെ സവിശേഷതയാണ്. ദേഹത്തിൽ വളർന്നിട്ടുള്ള ചിറക്സമാന വൃദ്ധികൾ പ്ലവനത്തെ എളുപ്പമാക്കുന്നു. പസിഫിക്കിൽ കാണപ്പെടുന്ന മറ്റൊരു ശ്രദ്ധേ യമായ പുഴുവാണ് പലോലോപുഴു. "പ്രജനനകാലം എത്തു ന്നതുവരെ ഇവയുടെ പ്രൗഢദശ ജലത്തറയിൽ കഴിയുന്നു. അതിൽപ്പിന്നെ, പ്രത്യുല്പാദനാവയവം ഉൾക്കൊള്ളുന്ന ദേഹ ഭാഗം ബാക്കിദേഹത്തിൽ നിന്ന് വേർപ്പെടുന്നു. എണ്ണമില്ലാത്ത ഈ പ്രത്യുല്പാദനഖണ്ഡങ്ങൾ ജലോപരിതലത്തിലേക്ക് ഉയ രുകയും അണ്ഡങ്ങളെ ജലത്തിൽ വിമോചിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഏറ്റവും ശ്രദ്ധേയമായ കാര്യം പലോലോ പുഴുക്ക ളുടെ ആഗമനം, ഏതാണ്ട് ഘടികാര കൃത്യതയോടെ ഓരോ വർഷവും നടക്കുന്നുവെന്നതാണ്. ദിവസം പോലും കൃത്യ

മായി പ്രതീക്ഷിക്കപ്പെടുന്നു. സമോരു, ഫിജി തുടങ്ങിയ ദ്വീപു വാസികൾ ആ ദിവസത്തിൽ വലയുമായി പോയി ധാരാളമായി അവ ശേഖരിക്കുന്നു. രുചികരമായ ആഹാരമായി പലോലോ വിലമതിക്കപ്പെടുന്നു." (കോക്കർ, പേ. 225).

കിറ്റൊനാത്തുകൾ പൂർണമായി പ്ലവകജീവിതത്തിന്നു അനുകൂലിതമായിരിക്കുന്നു. പരമാവധി 8 സെ.മീ. വരെ നീളം വെക്കുന്ന ഈ ദ്രുത ചലനജന്തുക്കൾക്കു വളരെയേറെ ജീവശാസ്ത്രപ്രാധാന്യമുണ്ട്.

സവിശേഷ താരരൂപദേഹമുള്ള എക്കൈനൊഡെർമാറ്റുകൾ മൗലികമായി നിതലരാണ്. എന്നാൽ, പല എക്കൈനോഡർമുകളുടെയും ലാർവാരൂപങ്ങൾ തീരജലപ്ലവകത്തിലെ



ചിത്രം–12 അഗാധ കടൽ മത്സ്യങ്ങൾ. മുകളിലും മധ്യത്തിലും വിഴുങ്ങി മത്സ്യം. കീഴെ: ഒരു ചൂണ്ട മത്സ്യം.

പ്രധാനഘടകമാണ്. മൊളസ്കുകൾക്കും സമാനമായ കഥയാണു പറയാനുള്ളത്. നിതലരും തരണരുമായ മൊളസ്കുകളിൽ മിക്കതിനും (മുത്തുച്ചിപ്പി, പച്ചച്ചിപ്പി, ലിംപറ്റുകൾ, കടൽ

നൊച്ച, ശംഖ് തുടങ്ങിയവ) സ്വതന്ത്രചലനമുള്ള ലാർവാഘട്ട ങ്ങൾ ഉണ്ട്. ഏതാനും ദിവസങ്ങളോ വാരങ്ങളോ പ്ലവകത്തിൽ ചെലവഴിച്ച ശേഷം, നിയതമായ സ്വന്തം സ്ഥാനബദ്ധ ജീവിതം ആരംഭിക്കുന്നതിന്നായി ജലത്തറയിലോ മറ്റു ലഭ്യമായ ഖരവ സ്തുക്കളിലോ ലാർവകൾ ആവാസമുറപ്പിക്കുന്നു. ജലപ്രവാ ഹങ്ങൾ ലാർവകളെ വിവിധസ്ഥലങ്ങളിൽ എത്തിക്കുന്നതി നാൽ, നേരത്തെ സുസ്ഥാപിതമായിരുന്ന ജലത്തറകളിൽ നിന്ന് അകലെയുള്ള പുത്തൻസ്തരങ്ങളിലേക്കു വ്യാപിക്കുവാൻ എക്കൈ നോഡർമുകൾക്കും മൊളസ്കുകൾക്കും സാധിക്കുന്നു. അങ്ങനെ, അവയുടെ വിതരണ മേഖല വ്യാപകമാകുന്നു.

ഹീറ്ററോപോഡുകൾ, റ്റീറോപോഡുകൾ എന്നീ മൊള സ്കുകൾക്ക് പൊങ്ങിക്കിടക്കുവാനുള്ള സവിശേഷാവയവ ങ്ങൾ ഉള്ളതു കാരണം പൂർണമായ പ്ലവകജീവിതം നയിക്കുന്നു. നിതലരായ ബന്ധുക്കളെപ്പോലെ ഈ മൊളസ്കുകൾക്കും ഷെല്ലുകൾ ഉണ്ട്. ഉഷ്ണമേഖലാകടലുകളിൽ ഈ ഷെല്ലുകൾ വൻതോതിൽ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നു. റ്റീറോപോഡു ഊസുകൾ എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഈ നിക്ഷേപം ഉഷ്ണ – മിതോഷ്ണ കടലു കളിൽ സമൃദ്ധമായി കാണപ്പെടുന്നു.

ഫൈലം ആർത്രോപോഡയിലാണ് പ്ലവകപ്രതിനിധി കൾ ഏറ്റവും കൂടുതൽ ഉള്ളത്. കരയിലും ഏറ്റവും സമൃദ്ധമായ ജന്തുവിഭാഗം ആർത്രോപോഡ തന്നെ. എറുമ്പ്, വണ്ട്, പൂമ്പാറ്റ, എട്ടുകാലി, തേൾ, തേരട്ട തുടങ്ങിയവയെല്ലാം ഇതിൽപ്പെടുന്നു. വൈവിധ്യമാർന്ന ജന്തുവർഗങ്ങൾ അടങ്ങിയതാണ് ആർത്രോ പോഡ. ഇതിൽ ക്രസ്റ്റേഷ്യനുകൾ മാത്രം കടലിൽ നന്നായി പ്രതിനിധാനം ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. സമുദ്രസമ്പദ്വ്യവസ്ഥ യിലെ ഏറ്റവും പ്രധാനമായ ജന്തുവിഭാഗം ക്രസ്റ്റേഷ്യനുക ളാണ്. പ്ലവകരായും തരണരായും നിതലരായും അവ കാണപ്പെ ടുന്നു. കടലിൽ അവയുടെ സമൃദ്ധിയെയും വൈവിധ്യത്തെയും വെല്ലുവാൻ കരഭാഗങ്ങളിലെ ആർത്രോപോഡൻ സമൃദ്ധിക്കും വൈവിധ്യത്തിനും മാത്രമേ സാധിക്കുന്നുള്ളൂ.

ക്രസ്റ്റേഷ്യനുകളുടെ പരമസമൃദ്ധി പ്ലവകത്തിലാണ്. ഇ തിൽത്തന്നെ കോപിപോഡുകളുടെ പങ്ക് അതിബൃഹത്താണ്.

ക്ലാഡോസെറ, മൈസിഡ്, അംഫിപോഡ്, യൂഫോസിഡ് തുടങ്ങിയ പ്ലവകക്രസ്റ്റേഷ്യനുകളുമുണ്ട്. എന്നാൽ സർവകടലുകളിലും പ്ലവകസമ്പത്തിന്റെ ഏതാണ്ട് 75 ശതമാനം കോപിപോഡുകളാണ്. സമുദ്രത്തിലെ ഉപരിജലങ്ങളിൽ അവ യഥാർഥത്തിൽ സാർവത്രികവും സർവസന്നിഹിതവുമാണ്. കോപിപോഡുകൾ ഇല്ലായിരുന്നുവെങ്കിൽ, കടൽജീവിവിവിഭവത്തിന് ഇന്നത്തെ സമൃദ്ധിയുടെയും വൈവിധ്യത്തിന്റെയും ചെറിയ ഒരംശം പോലും ലഭിക്കുമായിരുന്നില്ല എന്നതു അതിശയോക്തിപരമല്ല. കരയിൽ കന്നുകാലികൾ എന്നതു പോലെ, സസ്യപദാർഥത്തെ ജന്തുപദാർഥമാക്കി മാറ്റുന്ന സമുദ്രങ്ങളിലെ പ്രാഥമിക മേച്ചിൽക്കാരാണ് കോപിപോഡുകൾ. മത്സ്യങ്ങളും കടലിലെ മറ്റെല്ലാ വൻജന്തുക്കളും ആഹാരത്തിന് ആശ്രയിക്കുന്നതു കോപിപോഡുകളെയാണ്. ആ അത്യാർത്തിയാഹാരികൾ അതുപോലെ അത്യാർത്തിയോടെ ആഹരിക്കപ്പെടുന്നു. കടലിലെ ആഹാരജാലത്തിന്റെ സർവപ്രധാനമായ മധ്യാവസ്ഥ കോപിപോഡുകളുടെതാണ്.

നിതലർ

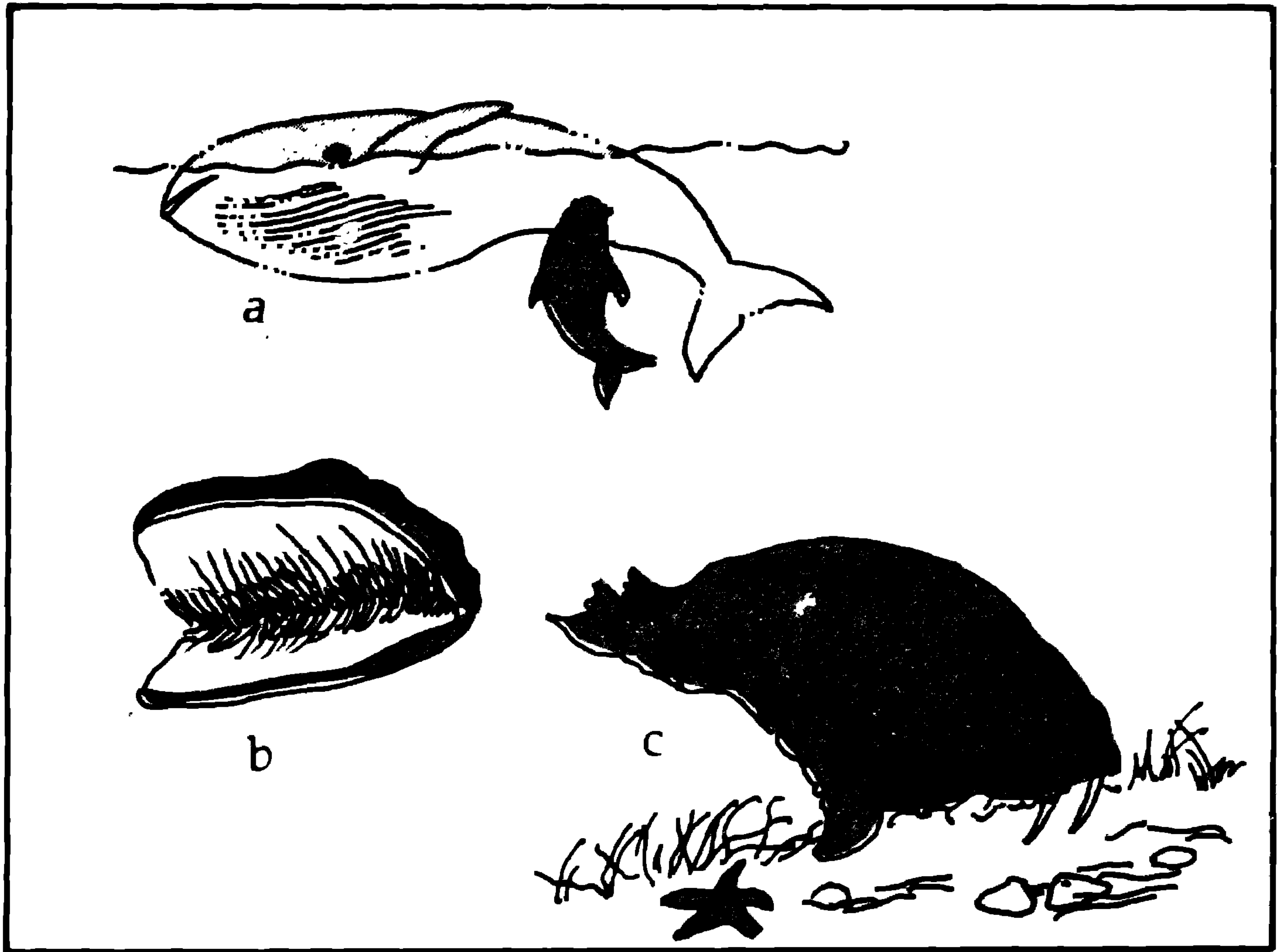
കടൽത്തറയിലോ അതിന്നു സമീപത്തോ ആണ് നിതലർ അഥവാ നിതലജീവികൾ കഴിയുന്നത്. ഇതിൽ നിതലസസ്യങ്ങൾ കരയോടടുത്ത ഇടുങ്ങിയ കരോായരജലങ്ങളിൽ പരിമിതമായിരിക്കുന്നു. സൂര്യപ്രകാശം ഇറങ്ങിച്ചെല്ലാത്തതു കാരണം കൂടുതൽ ആഴജലങ്ങളിൽ ഇവ കാണപ്പെടുന്നില്ല. ഘടനാപരമായി ഏറ്റവും താഴ്ന്നതലത്തിലെ സസ്യങ്ങൾ മാത്രമാണ് കടലിൽ ജീവിക്കുന്നത്. കരയിൽ സർവസാധാരണമായ വിത്തുസസ്യങ്ങൾ കടലിൽ അജ്ഞാതമാണ്. ഫേണുകൾ (പന്നച്ചെടി) മോസുകൾ (പച്ചപ്പൂപ്പൽ) എന്നിവയും അങ്ങനെതന്നെ. കടൽസസ്യങ്ങൾ ഏതാണ്ടു മുഴുവൻ ആൾഗാ വിഭാഗത്തിൽപ്പെടുന്നു. പ്രകൃതിയിലെ ഏറ്റവും ലളിതസംഘടനയുള്ള സസ്യങ്ങൾ ആണിവ. പ്ലവകത്തിൽ സമൃദ്ധമായ ഡയറ്റമുകളെയും ഫ്ലാജെല്ലേറ്റുകളെയും കുറിച്ചു നാം പ്രതിപാദിച്ചു കഴിഞ്ഞു. വിവിധതരം കടൽകളകൾ (ആൾഗകൾ) ഇതേ വിഭാഗത്തിന്റെ

നിതലപ്രതിനിധികളാണ്. ആൾഗകൾ വലുതും ബഹുകോശീയവുമാണ്. വയലുകളിലെ പച്ചച്ചെടികളെപ്പോലെ, നൂറു നൂറു കി.മീ. വിസ്തൃതിയിൽ കരയോരജലങ്ങളിൽ ഇവ വളരുന്നു. പച്ച ആൾഗ കടലുകളിൽ വിരളമാണ്. എന്നാൽ, ചുവന്ന ആൾഗ (റോഡൊഫൈസി) തവിട്ടു ആൾഗ (ഫേയോഫൈസി) എന്നിവ സർവസാധാരണവും. ഒടുവിൽ പറഞ്ഞ രണ്ടിനും നമ്മുടെ തീരങ്ങളിൽ അനേകം പ്രതിനിധികൾ ഉണ്ട്. ഇതിൽച്ചിലതിന് ഏറിയ സാമ്പത്തിക പ്രാധാന്യവുമുണ്ട്. കടൽസസ്യഹരിതാഭയുടെ സൗന്ദര്യവും വൈവിധ്യവും ബോധ്യപ്പെടുത്തുവാൻ പാറകൾ നിറഞ്ഞ ഏതെങ്കിലും കടൽത്തീര സന്ദർശനം മതിയാവും. വയലിൽ വ്യാപിച്ചു കിടക്കുന്ന ഗോതമ്പുചെടികൾ മന്ദമാരുതനിൽ ഉലയുന്നതുപോലെ, ശാന്തജലത്തിലെ ഇളം അലകളിൽ ആൾഗകൾ ആടുന്നതു മനോഹരമായ കാഴ്ചയാണ്. എന്നാൽ, മൃദുലവും ലോലനിർമ്മിതവുമായതിനാൽ തിരമാലകളിലും വേലീചലനങ്ങളിലും കടൽകളകൾ വലഞ്ഞുപോകുന്നു. കടൽ പരുഷമാകുമ്പോൾ വൻതോതിൽ അവ കരയിലേക്കു തള്ളപ്പെടുന്നു. ഒരു പിടി കടൽകളയെടുത്ത് ഒരു ഗ്ലാസുവെള്ളത്തിലിട്ടു നിരീക്ഷിച്ചാൽ അവയുമായിച്ചേർന്ന് ചെറുജന്തുക്കൾ സമൃദ്ധമായി ജീവിക്കുന്നതു കാണാം. വളരെയേറെ സവിശേഷവൽക്കൃതമായ ഒരു പരിസ്ഥിതിവ്യവസ്ഥ ആൾഗ കാഴ്ച വെക്കുന്നുണ്ട്. ചെറുക്രസ്റ്റേഷ്യനുകൾ, മൊളസ്കുകൾ, മത്സ്യങ്ങൾ, മറ്റനേകം ജന്തുക്കൾ എന്നിവയെല്ലാം ആൾഗകളിൽ അഭയം തേടിയിരിക്കുന്നു. ആഹാരവിഭവമായി മാത്രമല്ല, സുരക്ഷിതവും ഫലപ്രദവുമായ അഭയകേന്ദ്രമായും ഈ ജന്തുക്കൾ ആൾഗകളെ കാണുന്നു. മത്സ്യങ്ങൾ, കടൽസസ്തനങ്ങൾ (ഉദാ: കടൽപശു) എന്നിവയും ആൾഗാസ്തരങ്ങളിൽ നിയതമായി മേഞ്ഞു നടക്കുന്നു. സദാചഞ്ചലമായ തീരജലങ്ങളിലെ പ്രത്യേകസ്ഥാനം കാരണം, അനേകം വൈവിധ്യമാർന്ന ജീവികളുടെ നിലനില്പിന്നും പോഷണത്തിനുമുള്ള ഒരു സുപ്രധാന പരിസ്ഥിതിഘടകമായി ആൾഗകൾ മാറിയിരിക്കുന്നു.

നിതലജീവിസമ്പത്തിലെ പ്രമുഖഘടകം ജന്തുക്കൾ തന്നെ. ഇടുങ്ങിയ കരയോര ജലത്തിൽ മാത്രമല്ല, സമുദ്രത്തറയുടെ സർവമുക്കിലും മൂലയിലും അവ കാണപ്പെടുന്നു. നേരത്തെ വ്യക്തമാക്കിയതു പോലെ, സമുദ്രത്തറകളാണെങ്കിൽ മൊത്തം ഭൂതലത്തിൻെറ മൂന്നിരട്ടിയോളം വരും. അക്ഷരാർഥത്തിൽ, നിതലജന്തുജാലം അതിബൃഹത്താണ്. ജലോപരിതലത്തിൽ നിന്ന് ഏതാണ്ടു 11 കി.മീ. ആഴമുള്ള മാറിയനാകയത്തിൽ, അതായത് ഏറ്റവും ആഴം കൂടിയ സമുദ്രത്തറയിൽ പോലും, ജീവൻ നിലനില്ക്കുന്നുണ്ട് എന്നു സമീപകാലത്തു തെളിയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

നിതലജന്തുക്കൾ പൂർണമായി സ്ഥാനബദ്ധരാകാം. ജീവകാലം മുഴുവൻ അങ്ങനെ ഒരു പ്രത്യേകസ്ഥാനത്തു കഴിയുന്നവരുണ്ട്. എന്നാൽ, വേറെ ചിലതിന്ന് പരിമിതമായ വിസ്തൃതിയിൽ ചലനശേഷിയുണ്ട്. കരയിൽ നമുക്കു സുപരിചിതമായ ജന്തുക്കളിൽ നിന്നു തീരെ വ്യത്യസ്തമായ ഒരു വിസ്മയചിത്രമാണ് സ്ഥാനബദ്ധജന്തുക്കൾ കാഴ്ചവെക്കുന്നത്. കണ്ടാൽ ജന്തുക്കൾ ആണെന്നു തോന്നുകയേയില്ല. എന്നാൽ, അവയുടെ ജന്തുസ്വഭാവം സംശയാതീതമായി സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടതാണ്. കോറലുകൾ, കടൽലില്ലികൾ, മുത്തുച്ചിപ്പികൾ, പച്ചച്ചിപ്പികൾ, ബാർണക്കിളുകൾ തുടങ്ങിയവ സ്ഥാനബദ്ധജന്തുക്കളുടെ ദൃഷ്ടാന്തങ്ങൾ ആകുന്നു. സ്പോഞ്ചുകൾ, കടൽആനിമോൺ തുടങ്ങിയവ അടിത്തട്ടിൽ നിന്നു വിഘടിച്ചു മറ്റൊരു സ്ഥലത്തു സ്ഥാനം കണ്ടെത്താറുണ്ട്. ഇത്തരം ഗതിശീലമുള്ള നിതലജന്തുക്കൾ അനവധിയാണ്. അനേകം അകശേരുകി ഫൈലങ്ങൾ ഈയിനത്തിൽപ്പെടുന്നു. മിക്ക കാര്യങ്ങളിലും മാതൃ വിഭാഗത്തിൻെറ മൗലികലക്ഷണങ്ങൾ നിലനിർത്തപ്പെട്ടിട്ടുണ്ടെങ്കിലും, കടൽത്തറയിൽ നിലനില്ക്കുന്നതിൻെറ സവിശേഷതകളുമായി യോജിച്ചു പോകുന്നതിന്നായി പല ജന്തുക്കളിലും ഗണ്യമായ പരിവർത്തനങ്ങൾ വന്നു ചേർന്നിരിക്കുന്നു. പരപ്പൻപുഴുക്കൾ, നെമർട്ടീനുകൾ, അന്നലിഡുകൾ എക്കൈനൊഡർമുകൾ (താരമീൻ, ഭംഗുരതാരമീൻ, കടൽ വെള്ളരി, കടൽ മുള്ളൻ പന്നി), ഞണ്ട്, ചിനാ

കൊഞ്ച്, കൊഞ്ച് തുടങ്ങിയ ക്രസ്റ്റേഷ്യനുകൾ, ഇരട്ടച്ചിപ്പികൾ, മത്സ്യങ്ങൾ തുടങ്ങിയ മറ്റനേകം ജന്തുക്കൾ എന്നിവ ചലനശീലത നിലനിർത്തിയിരിക്കുന്നു (ചിത്രം 12, 21).



ചിത്രം–13 *(a)* തിമിംഗലം കുഞ്ഞിനെ മുലയൂട്ടുന്നു. *(b)* ബലീൻ തിമിംഗലങ്ങളുടെ ബലീൻ. ചെറുജീവികളെ അരിച്ചെടുക്കുന്നതിന് ഇത് ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. (c) ചിപ്പി തുടങ്ങിയ ഇരകൾക്കു വേണ്ടി വാൽറൂസ് കുഴിക്കുന്നു.

പല സ്ഥലങ്ങളിലേക്ക് ഒഴുക്കപ്പെടുന്നതു കാരണം പ്ലവകജീവികൾ ജലപ്രവാഹങ്ങളെ ഗണ്യമായി ആശ്രയിക്കുന്നുവെന്നു നാം കണ്ടുകഴിഞ്ഞുവല്ലോ. എന്നാൽ നിതലജന്തുക്കൾ പ്ലവകങ്ങളെക്കാളേറെ ജലപ്രവാഹങ്ങളെ ആശ്രയിക്കുന്നു. വാസ്തവത്തിൽ, നിതലരുടെ നിലനില്പിനു ജലചംക്രമണം ആവശ്യമാണ്. നിതലർ ഓക്സിജനും ആഹാരകണികകളും ശേഖരിക്കേണ്ടതും സ്വദേഹത്തിൽ നിന്നുള്ള വിസർജ്യവസ്തുക്കൾ പുറംതള്ളേണ്ടതും ചുറ്റുമുള്ള ജലത്തിലാണ്. നിരന്തര

ചംക്രമണത്തിലൂടെ ജലം നവീകൃതമാകുന്നില്ലെങ്കിൽ ശ്വാസം മുട്ടിയും ആഹാരം ലഭിക്കാതെയും ജന്തുക്കൾ ചത്തുപോയെന്നു വരാം. കരയോരജലത്തിലെ നിതലജന്തുക്കൾ ഭക്ഷ്യക്ഷാമം നേരിടുന്നില്ല. കാരണം ആ പ്രദേശം ജീവിവിഭവത്താൽ സമൃദ്ധമാണ്. എന്നാൽ സ്വന്തം ആവാസ പ്രദേശത്തുള്ള ജലത്തിലൂടെ കടന്നുപോവുകയോ, മുകളിലുള്ള തലങ്ങളിൽ നിന്ന് അവിടേക്ക് ആകസ്മികമായി നിപതിക്കുകയോ ചെയ്യുന്ന ആഹാരകണികകളെ ആശ്രയിക്കുന്നതിനാൽ, അഗാധതകളിൽ ജീവിക്കുന്ന ജന്തുക്കൾ ഭക്ഷ്യകാര്യത്തിൽ കടുത്ത മാത്സര്യം നേരിടുന്നു. ദാരിദ്ര്യം നിറഞ്ഞ, ഇരുണ്ട, ശീതലോകമാണത്. തന്നിമിത്തം, ഈ പരിസ്ഥിതിയുടെ പരിമിതവിഭവങ്ങളെ പരമാവധി പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നതിനാവശ്യമായ അനുകൂലനങ്ങൾ മത്സ്യങ്ങൾ ഉൾപ്പെടെയുള്ള പല ജന്തുക്കളും വികസിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു.

ജലത്തറയിൽ കാണപ്പെടുന്ന വേറൊരു പ്രധാന ജീവിവിഭാഗം ബാക്ടീരിയകൾ ആകുന്നു. കരയിലേതുപോലെ കടലുകളിലും അവ സർവവ്യാപിയാണ്. എന്നാൽ, കടൽത്തറയിലാണ് അവയുടെ പരമാവധി കേന്ദ്രീകരണം. ഇതു വെറും സ്വാഭാവികം. കരയിൽ നിന്നെത്തുന്ന അനേകം വസ്തുക്കളുടെ അന്തിമമായ ഭണ്ഡാഗാരം സമുദ്രങ്ങളാണ് എന്നതുപോലെ, സമുദ്രങ്ങളുടെ അതിബൃഹത്തായ ചവറ്റു കൊട്ടയാണ് കടൽത്തറ. കാർബണികവും അകാർബണികവുമായ വസ്തുക്കൾ അവിടെ നിക്ഷേപിക്കപ്പെടുന്നുണ്ട്. സമുദ്രജീവികൾ മൃതിയടയുമ്പോൾ, കാർബണികരാസവസ്തുക്കളും ലവണങ്ങളുമായി അവ വിഘടിക്കുകയും, തദ്വാരാ, ഒരിക്കൽക്കൂടി ജീവൽ പ്രക്രിയകൾക്ക് അവ ലഭ്യമാകുകയും ചെയ്യുന്നു. "മുഴുവൻ സമുദ്രജീവി വിഭവത്തിന്റെയും വിഘടനപ്രക്രിയയിലെ കർമ്മഭടന്മാർ ബാക്ടീരിയകൾ ആകുന്നു. സമുദ്രങ്ങളിൽ സർവതലങ്ങളിലും അവ കാണപ്പെടുന്നു. സമുദ്രത്തറയിൽ നിന്നെടുത്ത ഒരു നുള്ളു നനഞ്ഞ മണ്ണിൽ 420,000,000 വരെ ബാക്ടീരിയകൾ കണ്ടേക്കാം. സമുദ്രത്തറയിൽ നിന്നു 42 മീറ്റർ ആഴത്തിൽ പോലും ചില ബാക്ടീരിയകൾ കാണപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. കടലിലെ

മിക്ക ബാക്ടീരിയകളും പരപോഷികളാണ്. കാർബണികയൗഗികങ്ങളുടെ ഓക്സീകരണത്തിലൂടെ അവയ്ക്ക് ഊർജം ലഭിക്കുന്നു. അതിനാൽ, മിക്കവയും മൃതോപജീവികളോ പരോപജീവികളോ ആണ്. കാർബൺഡയോക്സൈഡ്, നൈട്രേറ്റുകൾ, ഫോസ്ഫേറ്റുകൾ തുടങ്ങിയ അകാർബണിക ധാതുപദാർഥങ്ങളിൽ നിന്നാണ് പ്ലവകസസ്യങ്ങളും മറ്റ് ആൾഗകളും കാർബണികപദാർഥങ്ങൾ സംശ്ലേഷിക്കുന്നത്. ദീർഘകാലാടിസ്ഥാനത്തിൽ ജീവികൾ ജനിക്കുന്നതും മരിക്കുന്നതും ഒരേ നിരക്കിലാണ്. ഒരു മധ്യവർത്തിഘടകത്തിൻെറ നിലനില്പിലൂടെയാണ് ജീവികളുടെ വളർച്ചയ്ക്കാവശ്യമായ ധാതുപദാർഥങ്ങൾ പുനർലഭ്യമാകുന്നത്. കാർബണിക പദാർഥങ്ങളുടെ ലവണവൽക്കരണത്തിലൂടെ ആഹാരശൃംഖലയിലെ ഈ തുടർപ്രക്രിയയെ പരപോഷിബാക്ടീരിയകൾ ശാശ്വതമാക്കുന്നു" (യാസൊ, പേ. 139).

തരണർ

ഒരു വൻകരയുടെ തീരം മുതൽ മറ്റൊരു വൻകരയുടെ തീരം വരെയും ജലസ്തംഭത്തിൻെറ അടിത്തട്ടു മുതൽ ഉപരിതലം വരെയും അളവില്ലാതെ വ്യാപിച്ചുകിടക്കുന്ന ജലത്തിലെ സ്വതന്ത്രനീന്തൽകാരാണ് തരണർ. അപാരമായ ഈ പരിസ്ഥിതീയ വ്യവസ്ഥയിൽ ഏറ്റവും പ്രധാനമായ ഘടകം മത്സ്യങ്ങൾ തന്നെ. ഇരുപത്തയ്യായിരത്തിലേറെ മത്സ്യസ്പീഷീസുകൾ ഇതിനകം അറിയപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഇനിയും അനേകമെണ്ണം അറിയാനുമിരിക്കുന്നു. മത്തി, അയല, ആഗോലി, തൂണ (ചൂര), സ്രാവ്, തിരണ്ടി തുടങ്ങി നാം ആഹരിക്കുന്ന മത്സ്യങ്ങളിൽ മിക്കവയും ഇതിൽപ്പെടുന്നു. തിമിംഗലങ്ങൾ, കടൽപശുക്കൾ തുടങ്ങിയ സസ്തനങ്ങളും അനേകം ക്രസ്റ്റേഷ്യനുകളും, മൊളസ്ക്കുകളും (കൂന്തൽ തുടങ്ങിയവ) നിരവധി കശേരുകികളും തരണരിൽപ്പെടുന്നു. സമുദ്രങ്ങൾ സമ്പൂർണമായി പരസ്പരം അനുസ്യൂതവും സമാനവുമാണ് എന്നു തോന്നാമെങ്കിലും, ജലപ്രദേശങ്ങളും വിവിധജലസ്തരങ്ങളും തമ്മിൽ ഗണ്യമായ വ്യത്യാസങ്ങൾ നിലനില്ക്കുന്നുണ്ട്. ഈ ഭൗതിക-രാസവ്യത്യാ

സങ്ങൾ തരണജീവികളുടെ വിതരണം പരിമിതമാക്കുന്ന ഘട കങ്ങളാണ്. കൂടാതെ, ആഴത്തിൽ പോകുന്തോറും ജലമർദം ഗണനീയമായി വർധിക്കുന്നു. ഇതിന്റെ ഫലമായി, മധ്യസ്തര ങ്ങളിലും അഗാധതകളിലും കഴിയുന്ന മത്സ്യങ്ങൾ ഉപരിതല (പെലാജിക്) മത്സ്യങ്ങളിൽ നിന്നു വ്യത്യസ്തമായി പരിണമി ച്ചിരിക്കുന്നു.

തരണജന്തുക്കളുടെ വിതരണത്തെ ഭൂഘടകങ്ങളും നിയ ന്ത്രിക്കുന്നുണ്ട്. ഉദാഹരണമായി, ചില മത്സ്യങ്ങളും മറ്റു ജീവി കളും പൂർണമായി ഉഷ്ണമേഖലയിൽ വിതരണം ചെയ്യപ്പെട്ടി രിക്കുന്നു. വേറെ ചിലതിന്റെ വ്യാപനം പൂർണമായി ധ്രുവമേ ഖലകളിലാണ്. ഉഷ്ണമേഖലക്കും ധ്രുവമേഖലക്കും ഇടയിൽ ഉപോഷ്ണമേഖലാ ജീവികളും ബോറിയൽ (ദക്ഷിണാർധഗോ ളത്തിൽ ഇത് പ്രതിബോറിയൽ എന്നറിയപ്പെടുന്നു) ജീവികളും കാണപ്പെടുന്നു. ഒടുവിൽപറഞ്ഞ രണ്ടു പ്രദേശങ്ങളിലും കൂടു തൽ മിശ്രണം നടക്കുന്നുണ്ട്. കാരണം ഇവിടങ്ങളിലെ ജലപി ണ്ഡങ്ങൾക്കു നിരന്തരമായ സ്ഥാനഭ്രംശവും പരസ്പരസമ്പർ ക്കവും ഉണ്ടാവുന്നുണ്ട്. വാസ്തവത്തിൽ, മിതോഷ്ണമേഖല കളിൽ 24 മണിക്കൂർ വേളയിൽ മിക്ക കരജന്തുക്കൾക്കും അനു ഭവപ്പെടുന്ന താപമാറ്റങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് കടലിൽ ജീവികൾ നേരിടുന്ന താപമാറ്റങ്ങൾ വളരെ നിസ്സാരമാണ്. ബാഹ്യസ്വാധീ നഘടകങ്ങൾ വിശാലമായ കടലുകളിലെ അവസ്ഥ സദാ സംതുലിതവും സുസ്ഥിരവുമാക്കുന്നുണ്ട്. ഇക്കാരണത്താൽ, താപം, ലവണത തുടങ്ങിയ വ്യതിയാനങ്ങളോടുള്ള കടൽജന്തു ക്കളുടെ സഹിഷ്ണുത വളരെയേറെ പരിമിതമാണ്.

തരണരും പ്ലവകങ്ങളും തമ്മിൽ വേർതിരിച്ചറിയുക പല പ്പോഴും എളുപ്പമല്ല. ഉദാഹരണമായി, സർവമത്സ്യങ്ങളു ടെയും യുവദശ പ്ലവകമാണ്. എന്നാൽ, പ്രൗഢദശ പ്രാപിക്കു ന്നതോടെ, അവ തരണർ ആയിത്തീരുന്നു. പരിവർത്തന ഘട്ട ങ്ങൾ ഇരുവിഭാഗത്തിലും പെടാറുണ്ട്. കൂടാതെ, ഭാവിയിലെ തരണർ ആകുന്ന പ്ലവകദശകൾ, ഉദ്ഭവബിന്ദുവിൽ നിന്ന് വിദൂരസ്ഥലങ്ങളിലേക്കു കടത്തപ്പെടുന്നുണ്ട്. പുതിയ പ്രദേശ ങ്ങളിലേക്കു വ്യാപിക്കുവാനും,ആഗോളമോ അർധാഗോളമോ

ആയ വിതരണം കൈവരിക്കുവാനും ഈ പ്രക്രിയ ജീവികളെ സഹായിക്കുന്നു. ആഹാരത്തിനും പ്രജനനത്തിനും വേണ്ടി പ്രൗഢദശകളിലുണ്ടാകുന്ന സഹജമായ പലായനങ്ങളും വിതരണവ്യാപനത്തെ സഹായിക്കുന്നു. തരണരും പ്ലവകങ്ങളും തമ്മിലുള്ള സംശയകരമായ വിഭിന്നതയെക്കുറിച്ചു പ്രസ്താവിച്ചത് നിതലർ, പ്ലവകങ്ങൾ എന്നിവയെക്കുറിച്ചും ശരിയാണ്. പല പ്ലവകജീവികളും പ്രൗഢതപ്രാപിക്കുമ്പോൾ സ്ഥിരമായ സ്ഥാനബദ്ധ ജീവിതം ജലത്തറയിൽ ആരംഭിക്കുന്നു. എന്നാൽ, പ്ലവകഘട്ടത്തിലായിരിക്കുമ്പോൾ, പുതിയ സ്ഥലങ്ങളിൽ എത്തിച്ചേരുവാനും, തദ്വാരാ, സ്വന്തം സ്പീഷിസിലെ മറ്റ് അംഗങ്ങളുമായുള്ള മത്സരത്തിൽ നിന്നു മോചിപ്പിച്ച് അതിന്റെ നിലനില്പ് ഉറപ്പുവരുത്തുവാനും പ്ലവകഘട്ടം വളരെയേറെ സഹായിക്കുന്നു.

അസ്ഥിമത്സ്യങ്ങൾ (ടീലിയോസ്ടുകൾ) ഉപാസ്ഥിമത്സ്യങ്ങൾ (എലാസ്മോബ്രാൻച്) എന്നിങ്ങനെ കടൽമത്സ്യങ്ങൾ രണ്ടു വിഭാഗത്തിൽപ്പെടുന്നു. സാമ്പത്തികപ്രാധാന്യമുള്ളതും നമുക്കു സുപരിചിതവുമായ ഏതാണ്ട് എല്ലാ മത്സ്യങ്ങളും ആദ്യത്തെ ഇനത്തിൽപ്പെടുന്നു. സ്രാവുകൾ, തിരണ്ടികൾ, കൈമീറകൾ എന്നിവ രണ്ടാമത്തേതിലും. ഈ വിഭാഗങ്ങളുടെ ഘടനാപരവും മറ്റു തരത്തിലുള്ളതും ആയ വ്യത്യാസങ്ങൾ ഈ പുസ്തകത്തിന്റെ പരിമിത പേജുകളിൽ പരിശോധിക്കുവാൻ ഒക്കുകയില്ല. ഘടനയിൽ മാത്രമല്ല, ശരീരശാസ്ത്രം പ്രത്യുല്പാദനശീലങ്ങൾ തുടങ്ങിയവയിലും വൈജാത്യങ്ങൾ നിലനില്ക്കുന്നുണ്ട്. കടലിലെ ഏറ്റവും വലിയ ചില മത്സ്യങ്ങൾ ഉൾപ്പെടുന്ന എലാസ്മോബ്രാൻചുകൾ സജീവനീന്തൽക്കാരാണ്. ഇരപിടിയന്മാരായതു കാരണം, മറ്റു ജന്തുക്കളെയും കടലിൽ പോകുന്ന മനുഷ്യരെയും ആക്രമിക്കുന്നു. പല എലാസ്മോബ്രാൻചുകളും ജരായുക്കളാണ്. അതായത്, അവ കുഞ്ഞുങ്ങളെ പ്രസവിക്കുന്നു. വളരെ ആഹാരയോഗ്യമല്ലെങ്കിലും വൈദ്യരംഗത്തും വ്യവസായരംഗത്തും അനേകം ഉപയോഗങ്ങൾ ഉള്ള മത്സ്യഎണ്ണ നിഷ്കർഷിക്കുന്നതിന് സ്രാവുകളും തിരണ്ടികളും നല്ല ഉറവിടമാകുന്നു.

ടീലിയോസ്ടു മത്സ്യങ്ങൾ സമുദ്രങ്ങളുടെ അധിപൻമാരാണ്. പലതും യഥാർഥ തരണരും. വലിപ്പം, ഘടന, ജീവിതരീതി, പ്രത്യുല്പാദനം എന്നിവയിൽ ടീലിയോസ്ടുകൾ പ്രദർശിപ്പിക്കുന്ന വൈരുധ്യം അത്യധികം ബൃഹത്താകയാൽ അവ ഇവിടെ സംഗ്രഹിക്കുവാൻ പോലും സാധ്യമല്ല. മത്തി, അയല, ആഗോലി, ബോംബെഡക്, നെത്തോലി, നെയ്മീൻ, വേളൂരി, കാർപ്പുകൾ തുടങ്ങിയവ ടീലിയോസ്ടു വിഭാഗത്തൽപ്പെടുന്നു. പറവമത്സ്യം, കടൽക്കുതിര, കുഴൽമത്സ്യം, പൂമ്പാറ്റമത്സ്യം, അഗാധതയിലെ അന്ധമത്സ്യം തുടങ്ങിയവയും ഈ വിഭാഗത്തിൽപ്പെടുന്നു. തൂണ, സാൽമൻ, ഈൽ എന്നിവ പ്രത്യേകം പരാമർശം അർഹിക്കുന്നു.

കാരണം ഇവയെല്ലാം സ്വജീവിതകാലത്ത് ആയിരമായിരം കിലോമീറ്റർ സഞ്ചരിക്കുന്ന വൻസഞ്ചാരികളാണ്. 60 കി.മീ. വേഗത്തിൽ വരെ തൂണകൾ സഞ്ചരിക്കുന്നു. ജീവിതം മുഴുവൻ അങ്ങനെ സഞ്ചരിച്ചു കൊണ്ടേയിരിക്കുന്നു. 10 വയസ്സായ ഒരു തൂണ സ്വന്തം ജീവകാലത്ത് 10 ലക്ഷം കിലോമീറ്റർ സഞ്ചരിക്കുമെന്ന് കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. മണിക്കൂറിൽ ഏതാണ്ട് 50 കി.മീ. വേഗത്തിൽ പറവമത്സ്യങ്ങൾ തെറിച്ചു നീങ്ങുന്നു. എന്നാൽ, ഇവയുടെ നീക്കങ്ങൾ പരിമിതമാണ്. വൻ പറ്റങ്ങളായി അയലകൾ സുദീർഘ സഞ്ചാരം നടത്താറുണ്ട്.

കാലികവും നിയതവുമായതു കാരണം സാൾമൺ, ഈൽ എന്നീ മത്സ്യങ്ങളുടെ പലായനം സവിശേഷ താല്പര്യം ഉളവാക്കുന്നുണ്ട്. കടലിലെ ആവാസത്തിൽ നിന്ന് ചില നിർദിഷ്ട നദികളിലേയ്ക്കാണ് സാൾമൺ പലായനം ചെയ്യുന്നത്. ഈ നദികൾ അവയുടെ മിഥുന ഗൃഹങ്ങളാണ്. നദികളിൽ പിറന്നു വീഴുന്ന കുഞ്ഞുങ്ങൾ പ്രൗഢ ജീവിതം നയിക്കുന്നതിന് കടലിലേയ്ക്ക് യാത്ര ചെയ്യുന്നു. പിന്നെ, വീണ്ടും, പ്രജനനപ്രക്രിയകൾ നടത്തുന്നതിന് മാതൃജലമായ നദിയിൽ തിരിച്ചെത്തുന്നു. ഇത്തരം പലായനങ്ങൾ പ്രകൃതിയിലെ അദ്ഭുതങ്ങളാണ്. കാരണം, ഏതു നദിയിൽ നിന്നാണോ ഒരു പ്രത്യേക മത്സ്യം കടലിലേയ്ക്ക് പലായനം ചെയ്തത്, അതേ നദിയിലേയ്ക്ക് പ്രസ്തുത മത്സ്യം തിരിച്ചുവരുന്നതായി കാണപ്പെട്ടി

ട്ടുണ്ട്. വേറൊരു പ്രമുഖ പലായന മത്സ്യം ഈൽ ആകുന്നു. കാഴ്ചയിൽ സർപ്പം പോലുള്ള ഈ മത്സ്യം ജീവിതത്തിന്റെ ഒരു ഭാഗം കടലിലും മറ്റൊരു ഭാഗം നദികളിലും ചെലവഴിക്കുന്നു. പ്രജനനം നടക്കുന്നതു കടലിലാണ്. ലാർവകൾ അവിടെ ദീർഘകാലം പ്ലവകമായി കഴിയുന്നു. ലെപ്റ്റൊസെഫാലസ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന ഈൽ ലാർവകൾ, മടക്കയാത്രയിൽ നദീമുഖം സമീപിക്കുമ്പോഴേക്ക് അവയ്ക്കു കായാന്തരണം സംഭവിക്കുന്നു. ഇത്തരം മത്സ്യ പലായനങ്ങൾ ബൃഹത്തായ പക്ഷി പലായനങ്ങൾക്കു സമാനമാകുന്നു.

തരണ മത്സ്യങ്ങൾ, പ്രത്യേകിച്ചു ടീലിയോസ്ടുകൾ മത്സ്യബന്ധന പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ മുഖ്യാധാരമാണ്. രാഷ്ട്രത്തിനു പ്രോട്ടീൻസമ്പന്നമായ പോഷകാഹാരം പ്രദാനം ചെയ്യുന്ന സുസംഘടിത പ്രവർത്തനമാണ് മത്സ്യബന്ധനം. മത്സ്യബന്ധന വ്യവസായ രംഗത്ത് ഇന്ത്യ ഇനിയും വളരെയേറെ നേടാനിരിക്കുന്നു.

നേരത്തെ വ്യക്തമാക്കിയതു പോലെ, തരണജന്തുക്കൾ സമുദ്ര ജലത്തിൽ സർവവ്യാപിയാണ്. എന്നാൽ, ജലസ്തംഭത്തിൽ അവയുടെ കുത്തനെയുള്ള വിതരണം ഗണ്യമായി വ്യത്യാസപ്പെടുന്നുണ്ട്. തരണർ ഏറ്റവും കൂടുതൽ കാണപ്പെടുന്നത് ജലോപരിതലങ്ങളിലാണ്, പ്രത്യേകിച്ച് കരയോടടുത്ത ജലമേഖലകളിൽ. ഇതു സ്വാഭാവികം മാത്രം. സസ്യപ്ലവകങ്ങളും ജന്തുപ്ലവകങ്ങളും പരമാവധി ഉല്പാദിക്കപ്പെടുന്നത് ഈ പ്രദേശത്താണല്ലോ. കൂടാതെ താപം, ലവണത, മർദം തുടങ്ങിയ ബാഹ്യഘടകങ്ങളിലെ വ്യത്യാസങ്ങൾ ഈ മേഖലയിൽ നാമമാത്രമാണ്. എന്നാൽ, മധ്യജലസ്തരങ്ങളിലും ജലത്തറയ്ക്കു സമീപവും നിവസിക്കുന്ന കരസമീപസ്ഥമത്സ്യങ്ങൾ വേറൊരു ചിത്രം കാഴ്ച വെയ്ക്കുന്നു. 500 മീറ്ററിന് കീഴെ കൂരിരുട്ട് ആകയാൽ പ്രകാശസംശ്ലേഷണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ ഒന്നും നടക്കുന്നില്ല. തന്നിമിത്തം ജന്തുപ്ലവകങ്ങളും കുറവാണ്. വാസ്തവത്തിൽ പ്രകാശിതമായ മുകൾത്തട്ടുകളിൽ നിന്ന് ഗുരുത്വാകർഷണം വഴി നിരന്തരം കീഴ്പ്പോട്ട് വർഷിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ആഹാര കണികകളെയും ജീവാവശിഷ്ടങ്ങളെയു

മാണ് അഗാധതകളിലെ ഇരുണ്ട ജലസ്തരങ്ങളിൽ കഴിയുന്ന തരണരും പ്ലവകങ്ങളും ആഹാരത്തിന് ആശ്രയിക്കുന്നത്. വെളിച്ചമില്ലാത്തതു കാരണം ആഹാരം കണ്ടു ശേഖരിക്കുവാൻ ഒക്കുകയില്ല. സത്യത്തിൽ, ആഹാര ശേഖരണം ഒരു തരം സാഹസ സംരംഭമാണ്. സ്വന്തം പാതയിൽ കണ്ടെത്തുന്ന സർവ ആഹാരപദാർഥങ്ങളെയും പരിരക്ഷിച്ചെടുക്കേണ്ടതുണ്ട്. അഗാധ തരണരുടെ ദേഹഘടനയിൽ ഇതനുസരിച്ച് ധാരാളം പരിവർത്തനങ്ങൾ വന്നിരിക്കുന്നു. സാമാന്യമായി പറഞ്ഞാൽ, ആഹാരശേഖരണത്തിന് സവിഷേശ ഘടനാമാറ്റങ്ങൾ ഉള്ള അഗാധജലതരണർ അന്ധരും മന്ദരുമാണ്.

വെറും നിലനില്പിന് വേണ്ടി തരണജന്തുക്കൾ നേരിടുന്ന പ്രശ്നങ്ങൾ അനവധിയാണ്. 'ഭക്ഷിക്കുക, അല്ലെങ്കിൽ ഭക്ഷിക്കപ്പെടുക' എന്നതാണ് തുറന്ന കടലുകളിലെ നിയമം. പ്രൗഢ രൂപങ്ങളുടെ മാത്രമല്ല മുട്ട, ലാർവ, യുവദശ എന്നിവയുടെയും സംഖ്യകൾ നിരന്തരം ശുഷ്കിച്ചു പോകുന്നു എന്നതാണ് ഇതിൻെറ ഫലം. സമുദ്രത്തിൽ സർവതരം ഇരപിടിയന്മാരെയും കയറൂരിവിട്ടിരിക്കുന്നു. ജനസംഖ്യയുടെ ഒരു സംതുലിതതലം കടൽജന്തുക്കൾ നേടിയിരിക്കുന്നത് വളരെക്കൂടിയ ഉല്പാദനക്ഷമതയിലൂടെയാകുന്നു. ഉദാഹരണമായി, ഒരൊറ്റ കോഡുമത്സ്യം പ്രജനനകാലത്ത് അമ്പതുലക്ഷം വരെ മുട്ടകൾ ഇടുമത്രേ. എന്നാൽ, കോഡുസംഖ്യ പ്രതിവർഷം വർധിക്കുന്നില്ല. 50 ലക്ഷം മുട്ടകൾ ഇടുന്നുണ്ടെങ്കിലും വളരെ കുറച്ചെണ്ണം മാത്രമേ പ്രൗഢദശയിലെത്തുകയും വീണ്ടും പ്രജനനപ്രക്രിയയിൽ ഏർപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നുള്ളൂ. ഒരു ഗോതമ്പ് കർഷകൻ കൃഷിയിറക്കുന്നത് അടുത്ത നടീൽ കാലത്തേയ്ക്ക് ആവശ്യമായ ഏതാനും കിലോഗ്രാം വിത്തു ഗോതമ്പു ലഭിയ്ക്കുവാൻ വേണ്ടി മാത്രമല്ലല്ലോ. വർഷം മുഴുവൻ അനേകം കുടുംബങ്ങളെ തീറ്റിപ്പോറ്റുവാൻ അയാളുടെ പ്രയത്നങ്ങൾ ഹേതുകമാകുന്നുണ്ട്. സങ്കീർണവും കൂടിക്കുഴഞ്ഞതുമായ ഒരു പരിസ്ഥിതീയ സാഹചര്യത്തിൽ എല്ലാ ജീവികളുടെയും അതിജീവനത്തെ സഹായിക്കുന്നത് അനേകം ജന്തുസ്പീഷീസുകളുടെ അധികോല്പാദനം ആകുന്നു.

മത്സ്യത്തിനു പുറമെ വേറെയും അനേകം തരണജന്തുക്കൾ ഉണ്ട്. ഇതിൽ കൂന്തൽ ആണ് പ്രമുഖ വിഭാഗം. സുവികസിതമായ കണ്ണുകൾ, ചിറകുകൾ, മാംസളമായ പത്തു കരങ്ങൾ എന്നിവയോടു കൂടിയ അതിവേഗശീലരായ മൊളസ്കുകൾ ആണിവ. ഇരയെ ആക്രമിച്ചു കീഴടക്കുവാനും പിടിക്കുവാനും ഉതകുന്ന ശക്തമായ ചൂഷകങ്ങൾ കരങ്ങളിൽ വികസിച്ചിട്ടുണ്ട്. തരണരായി കാണപ്പെടുന്ന വേറൊരു പ്രധാന അകശേരുകി വിഭാഗം ക്രസ്റ്റേഷ്യനുകൾ ആകുന്നു. കൊഞ്ചുകൾ, മൈസിഡുകൾ, യൂഫോസീസുകൾ (ക്രിൽ) തുടങ്ങിയവ തരണരിൽ പ്രമുഖരാണ്. നല്ല നീന്തൽക്കാരായ ഇവയിൽ പലതും ഏറ്റവും കൂടിയ ആഴങ്ങളിൽപ്പോലും കാണപ്പെടുന്നു.

ചില കശേരുകികളും തരണരായി ജീവിക്കുന്നുണ്ട്. കശേരുകികളും ഏറ്റവും താഴ്ന്ന പരിണാമതലത്തിലുള്ള സൈലോസ്റ്റോമുകൾ (ഹാഗ് മത്സ്യവും ലാംപ്രിയും) അത്‌ലാന്തിക്, പസിഫിക് സമുദ്രങ്ങളിൽ സർവസാധാരണമാണ്. മറ്റു കശേരുകികളുടെ, പ്രത്യേകിച്ച് മത്സ്യങ്ങളുടെ, മാംസവും രക്തവും തിന്നു കഴിയുന്നതിനാൽ, ഒരർഥത്തിൽ ഇവ പരോപജീവികളാണ്. ഉയർന്ന കശേരുകികളിൽ കടലാമകളും കടൽപ്പാമ്പുകളും തരണർ ആയി ജീവിക്കുന്നുണ്ട്. ഉഷ്ണമേഖല – ഉപോഷ്ണമേഖലകളിൽ ഇവ രണ്ടും വിതരണം ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. നല്ല നീന്തൽക്കാരായ ഇവ അന്തരീക്ഷ വായു ശ്വസിക്കുന്നതിനായി ജലോപരിതലത്തിന് അടുത്തു ജീവിക്കുന്നു. മുട്ടയിടുന്നതിനും കുഞ്ഞുങ്ങളെ വിരിയിക്കുന്നതിനുമായി കടലാമ കടൽത്തീരത്ത് എത്തുന്നു. ഇരു പാർശ്വങ്ങളിലും പരന്നു കിടക്കുന്ന വാലോടു കൂടിയ കടൽപ്പാമ്പിന് മാരകമായ വിഷമുണ്ട്. കുഞ്ഞുങ്ങളെ പ്രസവിക്കുന്ന ഇവ ജീവകാലം മുഴുവൻ കടലിൽ കഴിയുന്നു. നല്ല നീന്തൽക്കാരും ഇരപിടിയന്മാരും ആയതിനാൽ പാമ്പുകളും ആമകളും യഥാർഥ തരണർ ആകുന്നു.

മറ്റു കടൽജീവികൾ

പക്ഷികളിൽ യഥാർഥ കടൽജീവിതത്തിന് അനുകൂലിതമായ ഏതാനും സ്പീഷീസുകൾ ഉണ്ട്. ഇര പിടിക്കുവാൻ ഇവ

ജലത്തിൽ നീന്തുന്നു. ഇവയുടെ മുഖ്യ ആഹാര ഉറവിടം, അഥവാ ഒരേയൊരു ആഹാര ഉറവിടം കടൽതന്നെ. എന്നാൽ, സാധാരണയായി കരയിൽ ജീവിച്ച് കടലിൽ നിന്ന് ആഹാരം ശേഖരിക്കുന്ന ചില പക്ഷികളുമുണ്ട്. പ്രജനന ശീലത്തിൽ എല്ലാ പക്ഷികളും കരജീവികൾ തന്നെ. സായാഹ്നത്തിൽ ഉറച്ച ഭൂതലത്തിലേയ്ക്കു തിരിച്ചെത്തേണ്ടതുള്ളതിനാൽ സർവ പക്ഷികളും കരയോടടുത്ത ജലത്തിൽ കഴിയുന്നു.

സിറ്റേഷ്യ, സൈറീനിയ, കാർനിവോറ എന്നീ മൂന്നു മുഖ്യ ഗോത്രങ്ങളിൽപ്പെട്ടവയാണ് കടൽസസ്തനങ്ങൾ. ഇവ ആദിമ കാലത്ത് കരജീവികളായിരുന്നു. കടൽ ജീവിതത്തിനു ദ്വിതീയമായി ഇവ അനുകൂലിതമായി. പലതിലും അനുകൂലനം പൂർണമാണ്. വായു ശ്വസിനികൾ ആണെങ്കിലും കരയിൽ ജീവിക്കുവാൻ ഇവർ ശക്തരല്ല. ഉഷ്ണ - ഉപോഷ്ണമേഖലകളിലെ ഏറ്റവും സാധാരണ കടൽസസ്തനങ്ങളായ തിമിംഗലം, ഏഡി എന്നിവ സിറ്റേഷ്യനുകളാണ്. 50 മീറ്റർ നീളവും അത്രതന്നെ ടൺ ഭാരവുമുള്ള തിമിംഗലങ്ങൾ ഭൂമിയിലെ ഏറ്റവും വലിയ ജീവിയാണ്. തിമിംഗലങ്ങൾ രണ്ടു തരമുണ്ട് – പല്ലുള്ളവയും പല്ലില്ലാത്ത ബലീൻ തിമിംഗലവും. ആദ്യത്തേതിന് താടികളിൽ ദന്തനിരകളുണ്ട്. ഇവ ഇരകളെ വെവ്വേറെ പിടിച്ചു ചവച്ചു തിന്നുന്നു. രണ്ടാമത്തെ വിഭാഗത്തിന് താടികളിൽ പല്ലില്ല. പകരം അനേകം ചെറിയ ഷീറ്റുകൾ അഥവാ ബലീനുകൾ മേല്ത്താടിയിൽ നിന്ന് ഇരുവശത്തും തൂങ്ങിക്കിടക്കുന്നു. (ചിത്രം 14) വായ തുറന്നു വച്ചുകൊണ്ട് നീന്തുമ്പോൾ കടലിൽ നിന്ന് ചെറു ജന്തുക്കളെ അരിച്ചെടുക്കുകയാണ് ബലീൻതിമിംഗലങ്ങൾ ചെയ്യുന്നത്. കോപിപോഡ്, റ്റീറോപോഡ്, ക്രിൽ തുടങ്ങിയ ചെറു ജന്തുക്കൾ തിമിംഗലങ്ങളുടെ ഇഷ്ടാഹാരങ്ങളാണ്. തീരങ്ങളിൽ കാണപ്പെടുന്ന ഏഡികൾ പല്ലുതിമിംഗലമാകുന്നു. സ്പെംതിമിംഗലം, കുപ്പി – മോന്ത തിമിംഗലം എന്നിവ കൂടുതൽ വലുതാണ്. ഇവയെല്ലാം ഒന്നാന്തരം നീന്തൽക്കാരാണ്. വൻ കൂന്തലുകളെ പിടിക്കുന്നതിനായി കൂടിയ അഗാധതകളിൽ മുങ്ങിയിറങ്ങുവാൻ ഇവയ്ക്കു ശേഷിയുണ്ട്. മത്സ്യപ്പറ്റങ്ങളെ പിന്തുടർന്നു കൊണ്ട് പറ്റങ്ങളായി

തിമിംഗലങ്ങൾ സാധാരണ സഞ്ചരിക്കുന്നു. കര സസ്തനങ്ങളുടെ സന്താനപരമ്പരയിൽപ്പെട്ടതും ഉഷ്ണരക്തമുള്ളതുമാണെങ്കിലും തിമിംഗലങ്ങൾ പൂർണമായി കടൽ ജീവിതത്തിന് അനുകൂലിതമായിരിക്കുന്നു. അവ കുഞ്ഞുങ്ങളെ പ്രസവിച്ച് കുറച്ച് കാലത്തേക്ക് മുലയൂട്ടി വളർത്തുന്നു. ജനനത്തിൽത്തന്നെ കുഞ്ഞിന് 7 മീറ്റർ വരെ നീളവും രണ്ടു ടൺ ഭാരവുമുണ്ടാകും. വെറും 6 മാസം കൊണ്ട് തിമിംഗലശിശുവിന്റെ നീളം ഇരട്ടിയും ഭാരം പത്തിരട്ടിയുമായി വർധിക്കാം. പ്രതിവർഷം തിമിംഗലം 30 ടൺ കണ്ട് ഭാരം വർധിക്കുകയും 2 വർഷത്തിനകം പ്രൗഢദശ പ്രാപിക്കുകയും ചെയ്യും.

ഘടനയിലും പ്രവർത്തനത്തിലും സൈറീനിയനുകളും യഥാർഥ ജലജീവികൾ തന്നെ. കടൽപ്പശുക്കൾ മുഖ്യ ഉദാഹരണമാണ്. അവ കരയോരജലം ഇഷ്ടപ്പെടുന്നു. പൂർണമായോ ഭാഗികമായോ കടൽജീവിതത്തിന് അനുകൂലിതമായ ഏതാനും കാർണിവോറുകളും (മാംസഭുക്കുകൾ) ഉണ്ട്. യഥാർഥത്തിൽ കരയോരത്തിലോ അതിനടുത്തോ ആണ് അവ ജീവിക്കുന്നത്. എന്നാൽ, കരയോരജലത്തിൽ നീന്തി ഇരയെ പിടിക്കുവാൻ ഇവയ്ക്ക് ശേഷിയുണ്ട്. ചിപ്പികളെയും മറ്റു കടൽജന്തുക്കളെയും കടൽത്തറയിൽ നിന്നും ഹിമാവൃതധ്രുവപ്രദേശങ്ങളിൽ നിന്നും തപ്പിയെടുക്കുവാൻ ഇവയ്ക്ക് പ്രത്യേകം കഴിവുണ്ട്. വാൽറൂസുകൾ, സീലുകൾ, ഓട്ടറുകൾ, കടൽസിംഹങ്ങൾ എന്നിവ ഉദാഹരണങ്ങളാണ്. കടലിലെ മിക്ക മാംസഭുക്കുകളും ശൈത്യമേഖലയിൽ കാണപ്പെടുന്നു. വളരെയേറെ വില ലഭിക്കുന്ന കമ്പിളിരോമത്തിനും കൊമ്പിനും ഈ മൃഗങ്ങൾ വിലമതിക്കപ്പെടുന്നു.

കടലിലെ ജീവചക്രം

കടലിലെ ജീവചക്രത്തെക്കുറിച്ച് ഇവിടെ പരാമർശിക്കേണ്ടതുണ്ട്. അതിവിശാലമായ സമുദ്രങ്ങളിലെ ജീവൽ പ്രക്രിയകളുടെ മുഴുവൻ പരസ്പരബന്ധങ്ങളെയും ഉൾക്കൊള്ളുന്ന സങ്കൽപ്പമാണ് ഇത്. കരയിൽ പ്രാഥമിക മേഖല കൃഷിയാണെന്ന് നമുക്കറിയാം. മനുഷ്യന്റെയും വളർത്തുമൃഗങ്ങളു

ടെയും മുഴുവൻ ആഹാരാവശ്യങ്ങളും വ്യാവസായികാവശ്യത്തിനുള്ള അസംസ്കൃത പദാർത്ഥങ്ങളും ഉല്പാദിക്കപ്പെടുന്നത് കാർഷികവൃത്തിയിലൂടെയാണ്. വിശാലമായ കടലുകളിൽ കോടാനുകോടി ടൺ അടിസ്ഥാന ഭക്ഷ്യവസ്തുക്കളെ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നത് സൂക്ഷ്മസസ്യങ്ങളുടെ സ്വാഭാവികമായ പ്രകാശസംശ്ലേഷണ പ്രവർത്തനങ്ങളാണ്. ആൾഗകളും ഈ പ്രക്രിയയിൽ പങ്കു വഹിക്കുന്നുണ്ട്. എന്നാൽ, നിസ്സീമമായ സമുദ്രജലരാശികളിൽ ഭാവനാതീതമാം വിധം അളവില്ലാതെ ഉല്പാദിക്കപ്പെടുന്ന ബൃഹത്തായ പ്ലവകസസ്യസമ്പത്തുമായി ഒത്തുനോക്കുമ്പോൾ ആൾഗകളുടെ പങ്കു നിസ്സാരം മാത്രം. ചെറുജന്തുപ്ലവകങ്ങൾ സൂക്ഷ്മസസ്യങ്ങളെ ആഹരിക്കുന്നു. കരയിലെ മേച്ചിൽജന്തുക്കൾക്കു തുല്യമായ കടലിലെ ഉപഭോഗജീവിവിഭാഗം പ്രസ്തുത ചെറുജന്തുപ്ലവകങ്ങൾ ആകുന്നു. കൂടുതൽ വലിയ പ്ലവകജന്തുക്കളും ചെറുമത്സ്യങ്ങളും ആദ്യം പറഞ്ഞ ചെറുപ്ലവകജന്തുക്കളെ ഭക്ഷിക്കുന്നു. തരണ മത്സ്യങ്ങൾ ഉൾപ്പെടെയുള്ള കൂടുതൽ വലിയ ജന്തുക്കൾ മേൽപ്പറഞ്ഞ എല്ലാ വിഭാഗക്കാരെയും ആഹാരവിധേയമാക്കുന്നു. കടലുകളിലെ അതിഭീമമായ ഈ ജന്തുവിഭവത്തിൻെറ അല്പഭാഗം മാത്രമാണ് മനുഷ്യനും പക്ഷികളും മറ്റു കരജീവികളും ശേഖരിച്ച് ആഹാരോപയുക്തമാക്കുന്നത്.

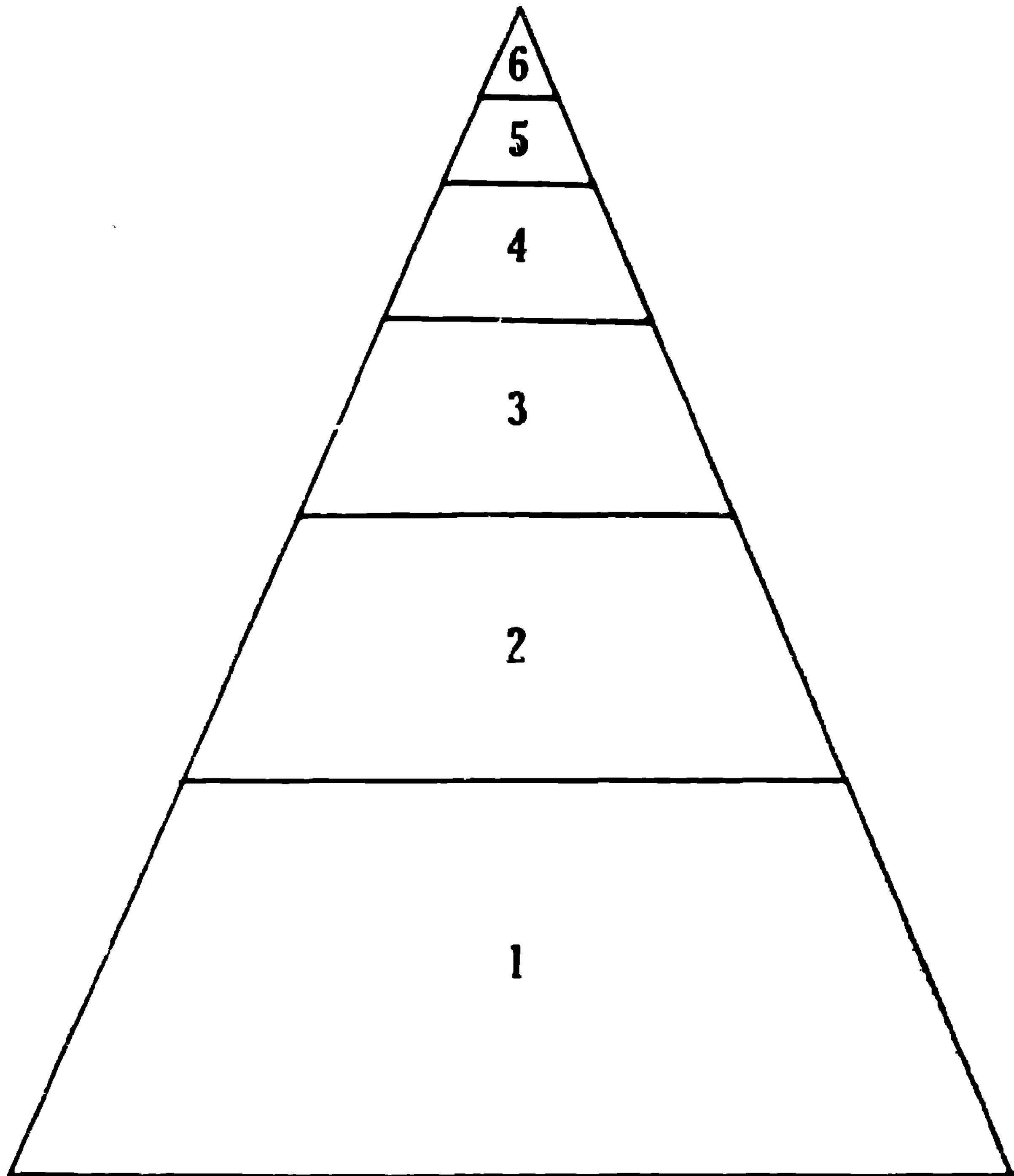
കോടാനുകോടി ജീവികൾ പ്രതിനിമിഷം ജനിക്കുകയും മൃതിയടയുകയും ചെയ്യുന്നുവെന്നും അതിലേറെ കോടികൾ ജീവനോടെ വിഴുങ്ങപ്പെടുകയോ പ്രതികൂല സാഹചര്യങ്ങളിൽ കുടുങ്ങിപ്പോവുകയോ ചെയ്യുന്നുവെന്നും കടലിലെ ആഹാരശൃംഖലയെക്കുറിച്ചുള്ള ചർച്ചയിൽ ആദ്യം ഓർക്കേണ്ടതുണ്ട്. ജനനം കൊള്ളുന്ന ജീവികൾ നിശ്ചിത കാലത്തിനു ശേഷം മൃതിയടയുകയും, മൃതാവസ്ഥ പ്രാപിച്ച ജീവികൾ ഏറെത്താമസിയാതെ ജീർണിച്ചു വിഘടിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. മൃതവസ്തുക്കളിൽ ഏറെ ഭാഗം നിലംബിത കണികകളായി വെള്ളത്തിൽത്തന്നെ തുടർന്ന് നിലനിന്നെന്നു വരാം. എന്നാൽ, ഭീമഭാഗം കീഴ്പ്പോട്ടു പതിച്ച് അടിത്തറ നിക്ഷേപത്തിന് മുതൽക്കൂട്ടുന്നു. രണ്ട് വിധത്തിലായാലും മൃതവസ്തുവിൻെറ വിഘടനം

സാധിക്കുന്നത് എണ്ണമില്ലാത്ത ബാക്ടീരിയകളാണ്. ജീവിദേഹങ്ങൾ ഒരിക്കൽക്കൂടെ പ്രാരംഭാവസ്ഥയിലെ കാർബണിക – അകാർബണിക പദാർഥങ്ങളായി ന്യൂനീകൃതമാവുകയും വീണ്ടും പ്രകൃതിവ്യവസ്ഥയിൽ ആനയിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ ബൃഹത്കൃത്യം നിർവഹിക്കുന്നത് ആഹാരശൃംഖലയിലെ ഒടുവിലത്തെ കണ്ണിയായ ബാക്ടീരിയകൾ ആകുന്നു.

ആഹാരശൃംഖലയിലെ പ്രഥമഘടകം പ്ലവകസസ്യങ്ങളും മറ്റു സസ്യങ്ങളുമാണെന്ന് പ്രസ്താവിച്ചുവല്ലോ. കടൽവെള്ളത്തിലെ വിലയിതവസ്തുക്കളിൽ നിന്നാണ് സ്വന്തം വളർച്ചയ്ക്ക് ആവശ്യമായ പോഷകങ്ങൾ (ജീവവും നിർജീവവും) അവയ്ക്ക് ലഭിക്കുന്നത്. ഈ മൗലിക പോഷകങ്ങൾക്കാണെങ്കിൽ യാതൊരു പഞ്ഞവുമില്ല. ജലവ്യവസ്ഥയിലേക്കു ബാക്ടീരിയകൾ അവയെ നിരന്തരം തിരികെ കൊണ്ടുവരുന്നുണ്ട്. കൂടാതെ, അസംഖ്യം നദികളും മഴവെള്ളവും കരയിൽ നിന്ന് കടലിലേയ്ക്കു പ്രതിദിനം അതിഭീമമായ അളവിൽ വിലയിത പദാർഥങ്ങൾ ഒഴുക്കിക്കൊണ്ടുവരുന്നുണ്ട്. ഊർധ്വധാരകളെപ്പോലുള്ള ജലചലനങ്ങൾ ജലത്തറയിൽ നിക്ഷിപ്തമാകുന്ന പോഷകപദാർഥങ്ങളെ ഇളക്കിമറിക്കുകയും മുകൾത്തട്ടുകളിൽ എത്തിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. എല്ലാത്തിനും പുറമേ, കടലുകളിലെ സങ്കീർണമായ ചംക്രമണവ്യവസ്ഥ പോഷകപദാർഥങ്ങളെ ഒരു ജലപിണ്ഡത്തിൽ നിന്നു പേറി, മറ്റൊരു ജലപിണ്ഡത്തിൽ കലർത്തി, ഈ വസ്തുക്കളുടെ ഏകരൂപ വിതരണം സാധിക്കുന്നുമുണ്ട്.

ആഹാരശൃംഖലയിലെ വിവിധ കണ്ണികളാണ് മേൽ വിവരിച്ച വിവിധ സംഭവങ്ങൾ. ഘടകങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള ബന്ധത്തിന്റെ സ്വഭാവമനുസരിച്ച് ആഹാരശൃംഖലയെ ആഹാരപിരമിഡ് എന്നും വിവരിക്കാറുണ്ട്.

കടലിലെ ജീവന്റെ വൈവിധ്യവും അളവും അക്ഷരാർഥത്തിൽ അപരിമിതവും സീമാതീതവുമാണ്. ജന്തുക്കളുടെ പുതിയ സ്പീഷീസുകളും ജീനസുകളും കുടുംബങ്ങൾ പോലും ഓരോ വർഷവും പുതുതായി കണ്ടെത്തപ്പെടുകയും വിവരിക്കപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നുണ്ട്. സിലൊകാന്ത് എന്ന ഒരു



ചിത്രം-14 ആഹാര ശൃംഖല അഥവാ ആഹാര പിരമിഡ്. ഒരു കിലോഗ്രാം മനുഷ്യഭാരം ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിന് ഒരു ലക്ഷം കിലോഗ്രാം സസ്യങ്ങൾ വിനിയോഗിക്കപ്പെടുന്നു.

അപൂർവ മത്സ്യം 50 ലക്ഷം വർഷം മുമ്പ്, വിലുപ്തമായി എന്നു കരുതപ്പെട്ടിരുന്നു. എന്നാൽ, ശാസ്ത്രലോകത്തെ മുഴുവൻ അദ്ഭുതപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ട് 1938 ൽ പ്രസ്തുത മത്സ്യ

ത്തിന്റെ രണ്ടെണ്ണത്തെ ദക്ഷിണാഫ്രിക്കയ്ക്ക് സമീപമുള്ള കടലിൽ വച്ച് ബന്ധിക്കുകയുണ്ടായി. കടൽജീവികൾ മനുഷ്യഭാവനയെ ഉദ്ദീപ്തമാക്കുന്നു. കൂരിരുട്ടായ അഗാധതകളിൽ നിന്ന് തികച്ചും പുത്തനായ ജീവിയിനങ്ങൾ ഇനിയും അനാവരണം ചെയ്യപ്പെട്ടേക്കാം. ഇരുണ്ട അഗാധമേഖലകൾ എക്കാലത്തും മനുഷ്യന് അജ്ഞാതമായി വർത്തിക്കുന്നതു കാരണം, സമുദ്ര ജീവിമണ്ഡലത്തെ പൂർണമായി അറിയുവാൻ, ഒരു പക്ഷേ, മനുഷ്യന് ഒരിക്കലും സാധ്യമല്ല എന്നു വരാം.

7

ജലാന്തര സംവീക്ഷണങ്ങൾ

കടൽ എക്കാലത്തും മനുഷ്യചേതനയെ രമിപ്പിക്കുകയും വെല്ലുവിളിക്കുകയും ചെയ്തിട്ടുണ്ട്. മണൽ മൂടിയ കടപ്പുറത്തെ ശാന്തതയിൽ ഇരിക്കുമ്പോൾ, വിഷമാവസ്ഥയിലുള്ള സ്വന്തം ആത്മാവിന് സാന്ത്വനമായും, സ്വന്തം സർഗവാസനകൾക്കു ഉത്തേജനമായും കടലിൽ നൃത്തമാടുന്ന തിരമാലകളെ മനുഷ്യൻ കണ്ടിട്ടുണ്ട്. സമുദ്രങ്ങളുടെ പാരാവാരത, അതിന്റെ അന്തരാളത്തിന്റെ രഹസ്യസ്വഭാവം, അതിലെ സൃഷ്ടിജാലങ്ങളുടെ വിസ്മയത ഇവയെല്ലാം എല്ലാക്കാലത്തും എല്ലാസ്ഥലത്തും ഉള്ള ചിന്താശീലരായ മനുഷ്യരെ ആകുലരാക്കിയിട്ടുണ്ട്. ലോകത്തിലെ പ്രമുഖ നദീതീരങ്ങളിലാണ് മനുഷ്യന്റെ ആദ്യനാഗരികതകൾ വേരു പിടിപ്പിച്ചത്. എന്നാൽ, ആന്തരികപ്രകൃതത്തിൽ തന്നെ നദീതടനാഗരികതകൾ പ്രാദേശികമായിരുന്നു. തന്നിമിത്തം, ആഗോളസ്വഭാവം കൈവരിക്കുവാൻ അവയ്ക്കു കഴിയുമായിരുന്നില്ല. ടൈഗ്രിസ്, യൂഫ്രട്ടീസ്, നൈൽ, സിന്ധു തുടങ്ങിയ മഹാനദികളോടനുബന്ധിച്ച് ആരംഭിച്ച നാഗരികതകൾ ക്രമേണ കടൽത്തീരങ്ങളിലേക്കു വ്യാപിക്കുകയും തീരപ്രദേശനാഗരികതകൾ മാനവപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ നായകകേന്ദ്രങ്ങളായിത്തീരുകയും ചെയ്തു.

കടലിന്റെ മനോഹാരിതകളോടും വെല്ലുവിളികളോടും മനുഷ്യൻ ക്രിയാത്മകമായി പ്രതികരിച്ചു. എന്നാൽ, മനുഷ്യനുമായുള്ള ബന്ധത്തിൽ കടൽ എന്നും ആധിപത്യം പുലർത്തിയിട്ടുണ്ട്. കടലുകളുമായുള്ള പരസ്പരക്രിയ അവയുടെ വക്കു

കളിൽ മാത്രമേ മനുഷ്യന്നു സാധിച്ചുള്ളൂ എന്നതാണ് ഇതിൻെറ കാരണം. അടുത്തകാലം വരെ, കടലിൻെറ ഗർഭഭാഗങ്ങൾ അവനു പൂർണമായി അജ്ഞാതവും അപ്രവേശ്യവുമായിരുന്നു. കടലിനകത്തു ശ്വാസിക്കുവാനോ ഏതാനും മീറ്ററുകൾക്കപ്പുറം തുളച്ചു കയറുവാനോ അവനു സാധിച്ചില്ല. ഇതു കാരണം കടൽ തികച്ചും ഒരു അന്യലോകമായി വർത്തിച്ചു. എന്നാൽ, വെല്ലുവിളികൾ നിലനില്ക്കുന്നിടത്തോളം അവയെ നേരിടാനും കീഴ്പ്പെടുത്താനും മനുഷ്യരുണ്ടാവും. കടലിൻെറ അന്തരംഗവും ഒഴിവാക്കപ്പെട്ടില്ല.

കടലിനകത്തു പരിശോധനകൾ നടത്തുവാൻ ഹ്രസ്വമായ പരാക്രമരീതികൾ ആദ്യകാലം മുതൽ അവൻ അവലംബിച്ചു. പരിഷ്കൃതമായ ഒരു കലയായി മുങ്ങൽ വികസിച്ചു. കൃത്രിമോപകരണങ്ങൾ ഒന്നും ഉപയോഗിക്കാത്ത വിദഗ്ധരായ ആൾക്കാർക്കു കടലിനകത്ത് 50 മീറ്റർ ആഴം വരെ കടന്നു ചെല്ലാൻ കഴിഞ്ഞു. എന്നാൽ, ഇത്തരം അന്തർവേശങ്ങൾക്ക് രണ്ടുമൂന്നു മിനുട്ടിലേറെ നീണ്ടുനില്ക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല. ശ്വാസമെടുക്കുന്നതിന് പെട്ടെന്ന് ഉപരിതലത്തിൽ തിരിച്ചെത്തേണ്ടതുണ്ടായിരുന്നു. ഇക്കാരണത്താൽ, തുടർച്ചയായി കടലിനകത്ത് പ്രവർത്തിക്കുവാനോ തങ്ങിനില്ക്കുവാനോ മുങ്ങൽ പ്രയോജനപ്പെട്ടില്ല.

ഇതിനു പരിഹാരമായി, ഗ്ലാസിട്ട ജനാലകളോടുകൂടിയ ജലനിബദ്ധപ്പെട്ടികൾ കടലിലിറക്കി ചില പരീക്ഷണങ്ങൾ ആദികാലമനുഷ്യർ നടത്തി. ഏതാനും മിനുട്ടുകളോ, ഒരു പക്ഷേ, ഏതാനും മണിക്കൂറുകൾ തന്നെയോ ശ്വാസിക്കുവാൻ പെട്ടിയ്ക്കകത്തെ വായു മതിയായിരുന്നു. എന്നാൽ, തടി കൊണ്ടു നിർമ്മിതമായ ഇത്തരം പെട്ടികൾ വളരെ ആഴത്തിൽ കൊണ്ടുപോകുവാൻ മിക്കപ്പോഴും സാധിച്ചില്ല. മേൽത്തട്ടുകളിലെ ജലത്തിൻെറ മർദം അവയെ ഞെരിച്ചുകളയുമായിരുന്നു. സാഹസികമായ ഒരു ജലാന്തരയാത്ര മഹാനായ അലക്സാണ്ടർ നടത്തിയതായി പറയപ്പെടുന്നു. തനിക്കു സുഖമായി ഇരിക്കാനും പകൽവെളിച്ചത്തിൽ വെള്ളത്തിൽ നിരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുവാനുമുള്ള സൗകര്യങ്ങളോടുകൂടിയ പീപ്പരൂപത്തി

ലുള്ള ഒരു ജലാന്തരവാഹിനി അദ്ദേഹം നിർമ്മിച്ചുവെന്നു പറയപ്പെടുന്നു. ഈ ജലാന്തരവാഹിനിയിൽ ഏതാനും യാത്രകൾ അദ്ദേഹം നടത്തിയെന്നും പറയപ്പെടുന്നു. മനോഹര ദൃശ്യങ്ങൾ ആസ്വദിച്ച അലക്സാണ്ടർ ഗ്ലാസ് ജനാലകളിലൂടെ താൻ കണ്ട ജന്തുക്കളുടെ വിവരണങ്ങൾ തയാറാക്കി. അദ്ദേഹം കണ്ട ഒരു മഹാജന്തു ഗ്ലാസ്ജനാല കടന്നു പോകുവാൻ അനവധി മണിക്കൂറുകൾ എടുത്തുവത്രെ ! എന്നാൽ, ഈ ബൃഹത്ജന്തുവെ പിന്നീട് ആരും കണ്ടിട്ടില്ല !

ഡച്ച് എൻജിനീയറിംഗ് കുതുകിയായ കൊർണീലിയസ് ഡ്രബ്ബൽ പതിനേഴാം നൂറ്റാണ്ടിൽ ഒരു ജലാന്തരവാഹനനിർമ്മിതിയിൽ ഏർപ്പെട്ടു. ഏതാനും മീറ്റർ ആഴത്തിൽ മുങ്ങാവുന്ന പീപ്പരൂപത്തിലുള്ള വാഹിനി 1620ൽ ഡ്രബ്ബൽ പൂർത്തിയാക്കി. അന്തേവാസിയിൽ നിന്നു സന്ദേശം ലഭിച്ചാൽ, വാഹിനിയെ ജലോപരിതലത്തിലേക്കു പൊക്കിയെടുക്കേണ്ടതുണ്ടായിരുന്നു. വെള്ളത്തിൽ നിമജ്ജിതമായിരിക്കുമ്പോൾ പെഡൽ ചവിട്ടി വാഹിനിയെ ചലിപ്പിക്കുവാൻ സാധിക്കുമായിരുന്നു. എന്നാൽ, ഒരു പരിമിത ആഴത്തിൽ വിലങ്ങനെ മാത്രമായിരുന്നു അതിൻെറ ചലനം. ആധുനിക മാനമനുസരിച്ച് ഡ്രബ്ബലിൻെറ വാഹിനി വിലപിടിച്ച ഒരു കളിക്കോപ്പു മാത്രം !

ജലത്തിനകത്ത് എന്തെങ്കിലും പ്രയോജനകരമായ ജോലി നിർവഹിക്കണമെങ്കിൽ അവിടെ കുറച്ചുനേരം സ്വതന്ത്രമായി ചെലവഴിക്കാൻ സാധിക്കണമെന്നും അതിനുപയോഗിക്കുന്ന വാഹനത്തിന്ന് യഥാർഥ പ്രയോഗചാരുത അനിവാര്യമാണെന്നും വ്യക്തമായി. ഇത്തരം പരിശ്രമങ്ങൾക്ക് സൈനികമായ ഉപരിധ്വനികളുമുണ്ടായിരുന്നു. അമേരിക്കൻ സ്വാതന്ത്ര്യസമര കാലത്ത് ഇതു പ്രത്യേകം പ്രകടമായി. ഉയർന്നു വരുന്ന രാഷ്ട്രത്തിൻെറ നാവികശക്തി, മഹത്തായ ബ്രിട്ടീഷു റോയൽ നേവിയുടെ മുമ്പിൽ നിഷ്പ്രഭമായി. അതിനാൽ, അതിശക്തരായ എതിരാളിയെ നേരിടുവാനുള്ള ഏറ്റവും ഫലപ്രദമായ മാർഗം ശത്രുവെ അടിയിൽനിന്ന് ഇടിക്കുകയാണെന്ന് അമേരിക്കക്കാർ തീരുമാനിച്ചു. ചില സൈനികമുങ്ങിക്കപ്പലുകളുടെ ആദിമാതൃകകൾ അമേരിക്കയിൽ ആവിഷ്ക്കരിക്കാനും നിർ

മ്മിക്കാനും ഇടയായത് അങ്ങനെയാണ്. ഈ അഗ്രഗാമിശ്രമത്തിന് തക്കപ്രതിഫലവും അവർക്കു ലഭിച്ചു.

1900 ത്തിൽ ജോൺ ഹോളണ്ട് വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത ജലാന്തരവാഹിനിയാണ് ആദ്യം നിർമ്മിക്കപ്പെട്ട യഥാർഥ മുങ്ങിക്കപ്പൽ എന്നു പറയാം. സ്വന്തം ഊർജത്താൽ ജലത്തിൽ പ്രവേശിക്കാനും അതിൽനിന്നു പുറത്തുവരാനും മിതവേഗത്തിൽ ജലത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുവാനും അതിനു സാധിച്ചു. വാഹനത്തിനകത്തു സ്ഥാപിതമായ ബാറ്ററിയായിരുന്നു ഊർജത്തിന്റെ ഉറവിടം.

അനേകം മണിക്കൂറുകൾ ജലത്തിനകത്തു ചെലവഴിക്കുവാൻ മുങ്ങിക്കപ്പലിനു സാധിച്ചു. എന്നാൽ ബാറ്ററി ചാർജ് ചെയ്യുന്നതിനായി ഇടയ്ക്കിടെ ഉപരിതലത്തിൽ എത്തേണ്ടത് ആവശ്യമായിരുന്നു. ഒന്നാം ലോകമഹായുദ്ധകാലത്ത് ചലനത്തിനുള്ള ഇന്ധനമായി (ബാറ്ററിക്കുപകരം) ഡീസൽ എണ്ണ ഉപയോഗിക്കുന്നതിൽ വിജയം കൈവരിച്ച ജർമ്മൻകാർ ജലാന്തരവാഹനങ്ങളുടെ ആവിഷ്ക്കാരത്തിലും നിർമ്മിതിയിലും വമ്പിച്ച ഒരു എടുത്തുചാട്ടം നേടി. അസാധാരണമായ ഈ മുന്നേറ്റം ജലാന്തരയാത്രകളെ വെള്ളത്തിനുമുകളിലുള്ള യാത്രകളെപ്പോലെ എളുപ്പമാക്കി. രണ്ടാംലോകമഹായുദ്ധക്കാലത്ത് U - ബോട്ടുകൾ പ്രാവർത്തികമാക്കിയതോടെ, ജർമ്മൻകാർ വീണ്ടും ഒരു എടുത്തുചാട്ടം കൈവരിച്ചു. സഖ്യരാഷ്ട്രങ്ങളുടെ കപ്പൽഗതാഗതത്തിന് U- ബോട്ടുകൾ യഥാർഥ ഭീഷണിയായിത്തീർന്നു.

കടലുകളിൽ ആധിപത്യംസ്ഥാപിക്കുവാൻ, പ്രത്യേകിച്ച് ജലാന്തരപ്രവർത്തനങ്ങളിൽ, രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധത്തിനു ശേഷം ലോകമെമ്പാടും ഒരു നവോന്മേഷം പ്രകടമായി. അണുശക്തി ഉപയോഗിച്ചുള്ള ഭീമാകാര മുങ്ങിക്കപ്പലുകൾ നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടു. 1955 ൽ അമേരിക്ക നിർമ്മിച്ച 'നോട്ടിലസ്' അനേകം മാസങ്ങൾ ജലത്തിനകത്തു ചെലവഴിക്കുകയും ഒരിക്കൽപോലും ജലോപരിതലത്തിൽ പൊങ്ങാതെ, ഒന്നര ലക്ഷത്തിലേറെ കി.മീ. ദൂരം സഞ്ചരിക്കുകയും ചെയ്തു. വിജയകര

മായ ജലാന്തരയാത്രക്ക് യഥാർഥ പ്രതിബന്ധം വാഹനങ്ങൾ അല്ലെന്നും, മറിച്ച്, അതിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന മനുഷ്യരുടെ സഹനതാപരിധിയാണെന്നും ആദ്യമായി തെളിയിക്കപ്പെട്ടു.

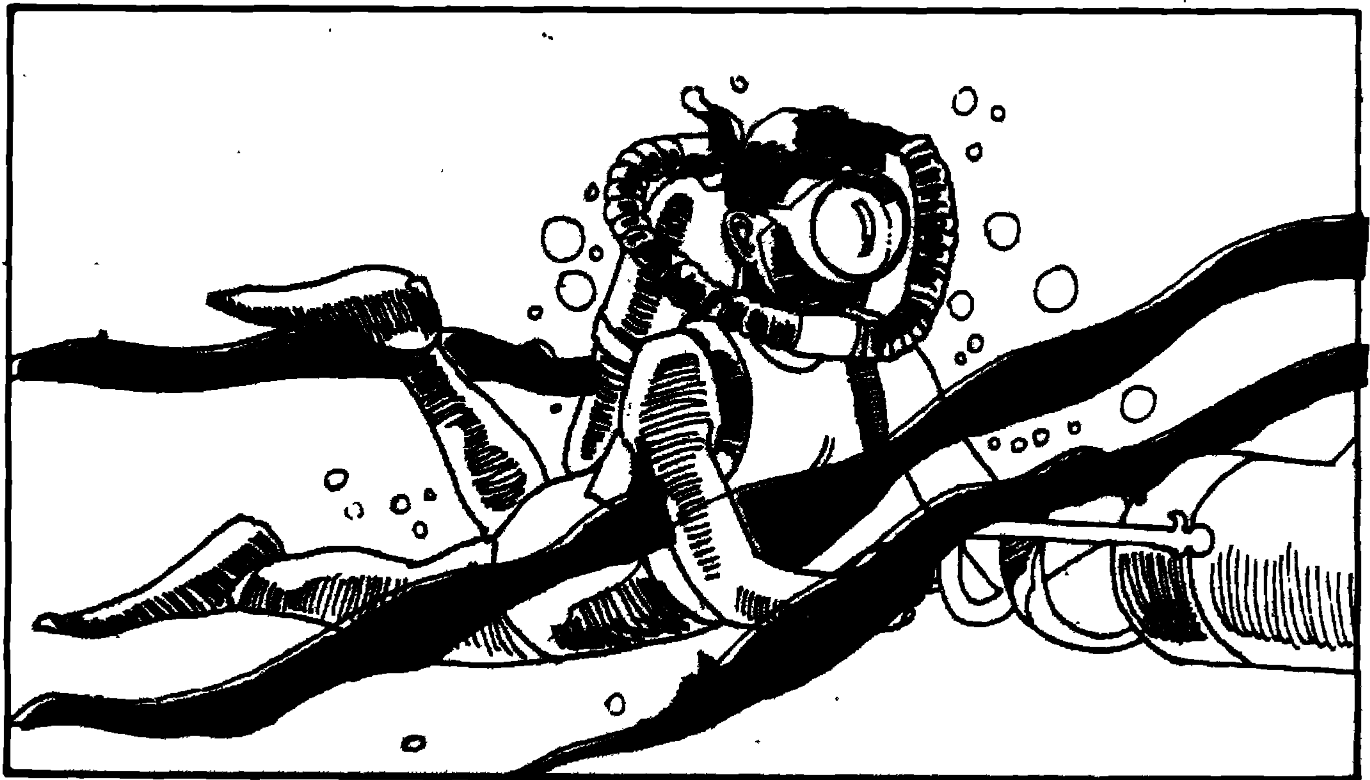
ഹോളണ്ടിൻെറ വാഹിനി തുടങ്ങി 'നോട്ടിലസ്' വരെയുള്ള മുങ്ങിക്കപ്പലുകൾ ആവിഷ്കരിച്ചതും നിർമ്മിച്ചതും പ്രാഥമികമായി സൈനികബലത്തെ സഹായിക്കാനായിരുന്നു. പ്രയോജനകരമായ ജലാന്തരഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തുന്നതിലും അവ സഹായകമായിരുന്നു എന്നതിൽ സംശയമില്ല. എന്നാൽ, അവയിൽ ബഹുഭൂരിഭാഗവും സൈനികലക്ഷ്യം ഉള്ളവയായിരുന്നു. കൂടാതെ, മുങ്ങിക്കപ്പലുകളുടെ ആഴവ്യാപ്തി വളരെ പരിമിതമായിരുന്നു. ഉപരിജലത്തിൽ ഏതാനും നൂറു മീറ്റർ ആഴത്തിൽ മാത്രം സഞ്ചരിക്കുവാനാണ് സാമാന്യമായി അവ നിർമ്മിക്കപ്പെടുന്നത്. കാവലിരിക്കുവാനായാലും ജലോപരിതലത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന കപ്പലുകളെ ആക്രമിക്കുവാനായാലും, അല്ലെങ്കിൽ യുദ്ധാവശ്യത്തിന് പട്ടാളത്തെയും സാമഗ്രികളെയും കടത്തുവാനായാലും, കടന്നുപോകുന്ന കപ്പലുകളുടെയോ വിമാനങ്ങളുടെയോ സൂക്ഷ്മദർശനത്തിൽ നിന്നു രക്ഷപ്പെടത്തക്കവിധം മാത്രം ആഴത്തിൽ മുങ്ങിക്കപ്പലുകൾ സഞ്ചരിച്ചാൽ മതിയല്ലോ. എന്നാൽ, ഗവേഷണവാഹിനികൾക്ക് ഈ ആഴപരിധി മതിയാവില്ല. ഗവേഷണത്തിനുള്ള ജലാന്തരവാഹിനികളുടെ യഥാർഥ ഉദ്ദേശ്യം തന്നെ സമുദ്രാന്തർഭാഗങ്ങളുടെ സർവമുക്കിലും മൂലയിലും എത്തുകയും അന്വേഷണങ്ങൾ നടത്തുകയുമാണ്. അഗാധ ജലത്തിൽ നേരിടാനിടയുള്ള സർവപ്രതിബന്ധങ്ങളെയും അതിജീവിക്കുവാനും യാത്രികരെ സുരക്ഷിതമായി ഉപരിതലത്തിൽ എത്തിക്കുവാനും അതിന്നു സാധിക്കണം. കൂടാതെ, മേൽത്തട്ടുകളിലെ അതിഭീമമായ ജലസ്തംഭത്തിൻെറ മർദത്തെ രോധിക്കുവാനും യാത്രികർക്ക് അടിസ്ഥാനപരമായ പ്രവർത്തനസൗകര്യങ്ങൾ നല്കുവാനും അതു ശക്തവും സുസജ്ജവുമായിരിക്കണം. ഒടുവിലായി, നിശ്ചിത അഗാധപരിസ്ഥിതികളിൽ നിന്ന് ഭൗതികവും ജൈവപരവുമായ സാമ്പിളുകൾ ശേഖരിക്കുന്നതിന്നാവശ്യമായ യാന്ത്രികോപാധികൾ വാഹനത്തിൽ ഘടിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ടായിരിക്കണം.

'അന്തരാകാശ' (inner space) ദിഗ്വിജയത്തിനുള്ള മനുഷ്യ ശ്രമങ്ങൾ വ്യക്തമായ മൂന്നു ദിശകളിലാണ് നീങ്ങിയത്: (1) യുക്തിസഹമായ ആഴങ്ങൾ വരെ ജലാന്തർഭാഗങ്ങളിൽ മുങ്ങിച്ചെന്ന് സാധാരണരീതിയിൽ ശ്വസിക്കുവാനും ജോലി ചെയ്യുവാനും മനുഷ്യനെ സഹായിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങൾ കണ്ടെത്തുക. ഈ രീതിയിൽ മാത്രമേ മത്സ്യത്തെപ്പോലെ ജീവിക്കുവാനും കർമ്മനിരതനാവാനും അവന്നു സാധിക്കുകയുള്ളൂ. (2) ജലത്തിൽ ഏറ്റവും കൂടിയ ആഴത്തിൽപോലും മനുഷ്യരെ വഹിച്ചുകൊണ്ടു പോകുവാനും വിവിധഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തിക്കൊണ്ടു പോകുവാൻ അവനെ പ്രാപ്തനാക്കുന്നതിനും പറ്റിയ ജലാന്തരവാഹിനികൾ ആവിഷ്കരിക്കുകയും നിർമ്മിക്കുകയും ചെയ്യുക. (3) പരീക്ഷണാർഥം കടൽത്തറയിൽ ജീവാവാസങ്ങൾ സ്ഥാപിക്കുക. ബഹിരാകാശസഞ്ചാരികൾ കോസ്മോനോട്ടുകൾ എന്നു വിവരിക്കപ്പെടുന്നതു പോലെ 'അന്തരാകാശ' സഞ്ചാരികൾ ഓഷനോട്ടുകൾ - സമുദ്രാന്തരസഞ്ചാരികൾ - എന്നു വിവരിക്കപ്പെടുന്നു. ഓഷനോട്ടുകളെ അക്വാനോട്ടുകൾ (ജലാന്തര സഞ്ചാരികൾ) എന്നു വിളിക്കാറുണ്ട്. സാമാന്യം ദീർഘകാലത്തേക്ക് കടലിന്നകത്തു തുടർച്ചയായി ജീവിക്കുവാനും അപരിചിത ജലപരിസ്ഥിതിയെ അതിന്റെ സ്വാഭാവികാവസ്ഥയിൽ പഠിക്കുവാനും, ജീവാവാസങ്ങൾ സ്ഥാപിക്കുക വഴി ഓഷനോട്ടുകൾക്കു സാധിക്കുന്നു. ഈ മൂന്നു ഗവേഷണമേഖലകളും ഹ്രസ്വമായി ഇവിടെ പ്രതിപാദിച്ചിരിക്കുന്നു.

അക്വാലങ്ങ് - ജലാന്തരത്തിലെ വിശ്വസ്ത സുഹൃത്ത്

'മത്സ്യത്തെ നിരീക്ഷിക്കുവാൻ ഏറ്റവും നല്ല മാർഗം ഒരു മത്സ്യമായിത്തീരുകയാണ്. മത്സ്യമായിത്തീരുവാനുള്ള ഉത്തമമാർഗമാണെങ്കിൽ - അല്ലെങ്കിൽ ഏതാണ്ട് അങ്ങനെയായിത്തീരാനെങ്കിലും - അക്വാലങ്ങ് എന്നറിയപ്പെടുന്ന ജലാന്തരശ്വസനോപകരണം ധരിക്കുകയാണ്.' പ്രശസ്ത ഫ്രഞ്ച് ജലാന്തരസംവീക്ഷകനായ ക്യാപ്റ്റൻ കോസ്റ്റോ പറഞ്ഞത് അങ്ങനെയാണ്. മുങ്ങൽ അതിപുരാതനമായ ഒരു തൊഴിലാണ്. എന്നാൽ,

മുങ്ങൽ വേളയിൽ ഒരു ശ്വാസകോശം നിറയെ വായു മാത്രമേ സ്വനിയന്ത്രണത്തിലുള്ളൂ എന്നതാണ് മുങ്ങൽക്കാരൻെറ ഏറ്റവും വലിയ പ്രയാസം. ക്യാപ്റ്റൻ കോസ്റ്റോയും അദ്ദേഹത്തിൻെറ എൻജിനിയർസുഹൃത്ത് കാഗ്നനും ചേർന്ന് അക്വാലങ്ങ് അഥവാ സ്ക്യൂബ (സ്വയം പ്രവർത്തിത ജലാന്തര ശ്വസനോപകരണം) കണ്ടുപിടിക്കുന്നതുവരെ ആഴത്തെ അതിജീവിക്കുവാനുള്ള മനുഷ്യൻെറ മോഹം മേല്പറഞ്ഞ ശ്വസന പരിമിതിയിൽ മുങ്ങിപ്പോയി. വായുവിലെപ്പോലെ സ്വതന്ത്രമായി ജലത്തിനകത്തു ശ്വസിക്കുവാൻ അക്വാലങ്ങ് മനുഷ്യനെ സഹായിക്കുന്നു. കൂടുതൽ നേരം വെള്ളത്തിൽ ചെലവഴിക്കുവാൻ മാത്രമല്ല, അപരിചിതമായ ജലമാധ്യമത്തിൽ കൂടുതൽ ആഴത്തിൽ എത്തിച്ചേരാനും അവനെ അതു സഹായിച്ചു. (ചിത്രം - 16)



ചിത്രം- 15 അക്വാലങ്, മുഖംമൂടി, പാദചിറകുകൾ എന്നിവ ധരിച്ചിരിക്കുന്ന മുങ്ങൽക്കാരൻ.

മർദിത വായു അടങ്ങിയ ഒന്നോ അതിലധികമോ ലോഹ സിലിണ്ടറുകളും, മുങ്ങൽക്കാരന് ശ്വസിക്കാവുന്ന അളവിൽ വായു ലഭ്യമാക്കുന്ന കുഴലുകളുടെയും നിയന്ത്രണോപാധികളുടെയും ഒരു വ്യൂഹവുമാണ്, അടിസ്ഥാനപരമായി, അക്വാല

ങ്ങിൽ ഉള്ളത്.അക്വാലങ്ങിനു പുറമെ, ജലനിബദ്ധവും സുതാര്യവുമായ ഒരു പ്ലാസ്റ്റിക് മുഖംമൂടി സിലിണ്ടറിൽ നിന്നും വായു സ്വീകരിക്കുന്നതിന്നായി മുങ്ങൽക്കാരൻ മുഖത്തു ധരിക്കുന്നു. അന്യപരിസ്ഥിതിയിലെ കർക്കശമായ അവസ്ഥകളിൽ ശല്യമില്ലാതെ പ്രവർത്തിക്കുവാൻ തക്കവണ്ണം അസാമാന്യമായ ചില സാങ്കേതികസാമർഥ്യങ്ങൾ ഉപകരണത്തിന്റെ നിർമ്മിതിയിൽ ഉപയോഗിച്ചിട്ടുണ്ട്. ജലത്തിനകത്തെ നിസ്സാരമായ യന്ത്രപരാജയംപോലും നൈമിഷികമരണത്തിന്ന് ഇടയാക്കിയേക്കാം.

ശ്വസനത്തിന്നു പുറമെ, അനിർണീതസമുദ്രങ്ങളിൽ കൂടുതൽ ആഴത്തിൽ അന്വേഷിച്ചിറങ്ങുന്നതിൽ മനുഷ്യൻ നേരിട്ട മറ്റൊരു പ്രശ്നം സ്വദേഹപ്രവർത്തനത്തിൽ മർദം സൃഷ്ടിക്കുന്ന ദോഷഫലമായിരുന്നു. കടലിൽ ആഴം ഓരോ പത്തു മീറ്റർ വർധിക്കും തോറും, മർദം ഒരു അന്തരീക്ഷം കണ്ടു വർധിക്കുന്നു. ആഴങ്ങളിൽ സാധാരണ അന്തരീക്ഷവായു ശ്വസിക്കുവാൻ മുങ്ങൽക്കാരനു പ്രയാസമാണ്. മാത്രമല്ല, അയാളുടെ ശ്വാസകോശത്തിന്റെ ആരോഗ്യകരമായ പ്രവർത്തനത്തെ അത് അപകടപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യും. ഇവിടെയും രക്ഷയ്ക്കെത്തുന്നത് അക്വാലങ്ങ് തന്നെ. ദേഹത്തിനകത്തും പുറത്തെ ജലത്തിലുമുള്ള മർദത്തെ തുല്യമാക്കി, ശ്രദ്ധാപൂർവം ക്രമീകരിക്കുന്ന അളവിലാണ് മുങ്ങൽക്കാരനു സിലിണ്ടറുകളിൽ നിന്ന് ശ്വാസവായു ലഭ്യമാകുന്നത്. താൻ അനുകരിക്കുന്ന മത്സ്യം അനുഭവിക്കുന്നതിലേറെ അസുഖമൊന്നും അക്വാലങ്ങ് ധാരി അനുഭവിക്കേണ്ടി വരുന്നില്ല.

രണ്ടു തരം അക്വാലങ്ങ് നിലവിലുണ്ട് - ആവൃതമാതൃകയും അനാവൃത (തുറന്ന) മാതൃകയും. പരിമിതാവശ്യങ്ങൾക്കു മാത്രമാണ് ആവൃതമാതൃക ഉപയോഗിക്കുന്നത്. ശ്വസനത്തിന്നു ശുദ്ധ ഓക്സിജൻ ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ, നിശ്വാസവായു രാസഅരിപ്പകളിലൂടെ പുനഃശേഖരിച്ച് വീണ്ടും ശ്വസനത്തിന് ഉപയുക്തമാക്കുന്നു. ഉപകരണത്തിൽ നിന്ന് വായുകുമിളകൾ പുറത്തു വരുന്നില്ല എന്നതാണ് ഇതിന്റെ ഫലം. അക്വാലങ്ങിന്റെ ആവൃതമാതൃക ഉപയോഗി

ക്കുന്ന മുങ്ങൽക്കാരന് പല മണിക്കൂറുകൾക്കാവശ്യമായ ശ്വസനവായു സ്വനിയന്ത്രണത്തിലുണ്ട്. ആഴരഹിതമേഖലകളിൽ പ്രവർത്തനങ്ങൾ നടത്തുന്നതിന് ഈ മാതൃക വളരെ പറ്റിയതാണ്. എന്നാൽ, ഈ മാതൃക ഉപയോഗിച്ച് മുങ്ങുന്നതിന് മുമ്പ് മുങ്ങൽക്കാരൻ തീവ്രപരിശീലനം നേടേണ്ടതുണ്ട്.

ശാസ്ത്രീയാന്വേഷണത്തിനും സാധാരണ മുങ്ങലിന്നും തുറന്ന മാതൃകയാണ് ശുപാർശ ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്. ഗ്യാസ് സിലിണ്ടറിന്റെ വാൽവിൽ സ്ഥാപിതമായ ഒരു സ്വയംപ്രവർത്തിത റഗുലേറ്റർ ഒരു കുഴൽ വഴി മുങ്ങൽക്കാരൻ ധരിച്ചിട്ടുള്ള മുഖംമൂടിയിൽ വായു (അല്ലെങ്കിൽ 20 ശതമാനം ഓക്സിജനും 80 ശതമാനം നിഷ്ക്രിയവാതകവും ചേർന്ന മിശ്രിതം) എത്തിക്കുന്നു. സാഹചര്യത്തിന്നനുസൃതമായ വായുവാണ് ശ്വസനത്തിന്നു ലഭിക്കുന്നത്. നിശ്വാസവായു കുമിളകൾ ആയി വെള്ളത്തിൽ പുറംതള്ളപ്പെടുന്നു. വളരെ ആഴം കൂടിയ ജലസ്തരങ്ങളിൽപോലും മുങ്ങിച്ചെല്ലുവാൻ ഇത്തരം അക്വാലങ്ങ് പ്രയോജനപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

അക്വാലങ്ങിന്റെ കൂടെ അവശ്യം ഉപയോഗിച്ചിരിക്കേണ്ട ഒരു ഘടകം കാലിൽ ധരിക്കുന്ന ചിറക് അഥവാ ഫ്ലിപ്പർ ആകുന്നു. ഫ്ലിപ്പർ ധരിച്ച പാദങ്ങൾ ചെറുതായി അനക്കിയാൽ മതി, മുങ്ങൽക്കാരന് വളരെ വേഗത്തിൽ നീന്താം. കൂടുതൽ പ്രയോജനകരമായ കാര്യങ്ങൾ നിർവഹിക്കുവാൻ, തദ്വാരാ, കൈകൾ സ്വതന്ത്രമാവുന്നു. കമഴ്ന്നു നീന്തുവാനും തിരിമറിയലുകൾ നടത്തുവാനും മലക്കം മറിയുവാനും, മെത്തയിലെന്നപോലെ, മൃദുവായ ജലസ്തരത്തിൽ വിശ്രമരീതിയിൽ ചെരിഞ്ഞു കിടന്നു നീങ്ങുവാനും ഫ്ലിപ്പറോടു കൂടിയ അക്വാലങ്ങ്ധാരിക്ക് കഴിയുന്നു. അതിശൈത്യത്തിന്റെയും കടലിന്റെ മറ്റു കാർക്കശ്യങ്ങളുടെയും വിധേയത്വത്തിൽ നിന്നു പൂർണസ്വാതന്ത്ര്യം നേടുവാൻ ദേഹത്തിൽ പറ്റി നില്ക്കുന്ന ഒരു നീന്തൽ സൂട്ടുകൂടി ധരിച്ചാൽ മതി.

ഒരു സാധാരണ അക്വാലങ്ങിന്റെ പ്രവർത്തന സീമ 60 – 70 മീറ്റർ ആണ്. എന്നാൽ, ചില സാഹസിക മുങ്ങൽക്കാർ ഇതി

ലേറെ ആഴത്തെ തുളച്ചിറങ്ങിയിട്ടുണ്ട്. 300 മീ. ആഴം വരെ ചിലർ അക്വാലങ്ങ് ഉപയോഗിച്ചിട്ടുണ്ട്. കൂടുതൽ ആഴത്തിൽ നേരിട്ടു മുങ്ങുന്നതിനുള്ള പ്രയാസം ശരീരശാസ്ത്രപരമാണ്. മുങ്ങിയിറങ്ങുമ്പോൾ മുങ്ങൽക്കാരൻെറ രക്തചംക്രമണവ്യവസ്ഥ മർദാധിക്യത്താൽ നൈട്രജൻ വാതകത്തെ വലിച്ചെടുക്കുന്നു. മേല്പോട്ടുള്ള മടക്കയാത്രയിൽ രക്തത്തിൽ അലിഞ്ഞ നൈട്രജൻ വളരെ പെട്ടെന്ന് വിമുക്തമാകുന്നു. സൂക്ഷ്മ നൈട്രജൻ കുമിളകൾ രക്തക്കുഴലുകളിൽ രൂപംകൊള്ളുന്നു എന്നതാണു ഫലം. മുങ്ങൽക്കാരനെ ഏതാണ്ട് അവശനാക്കിക്കൊണ്ട് ആ വാതകമോചനം കഠിനവേദനയുണ്ടാക്കുന്നു, പ്രത്യേകിച്ചു സന്ധികളിൽ. 'ബെണ്ട്സ്' എന്ന പേരിലറിയപ്പെടുന്ന ഈ രോഗം മുങ്ങൽക്കാരുടെ പേടിസ്വപ്നമാണ്.

നങ്കൂരമിട്ട കപ്പലിൽ നിന്നു കീഴ്പോട്ടിറക്കുന്ന യന്ത്രങ്ങളുടെയും ഉപകരണങ്ങളുടെയും സഹായത്തോടെ കടലിന്നകത്ത് അന്വേഷണങ്ങൾ നടത്തുന്ന പ്രക്രിയയെ, ഭൂതലത്തെക്കുറിച്ചു പഠിക്കുവാനും അവിടെ നിന്നു വസ്തുക്കൾ ശേഖരിക്കുവാനും വായുവിൽ തങ്ങിനില്ക്കുന്ന ഒരു ഹെലികോപ്റ്ററിൽ നിന്ന് ഇരുണ്ട രാത്രിയിൽ നടത്തുന്ന പരിശ്രമങ്ങളോട് താരതമ്യപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്. എന്നാൽ, ഇതുവരെ അപ്രവേശ്യമായിരുന്ന കടലുകളുടെ ഇരുണ്ട അന്തരാളങ്ങളിലേക്കു ക്രിയാത്മകമായ എത്തിനോട്ടങ്ങൾ നടത്തുവാൻ അക്വാലങ്ങ് മനുഷ്യന്ന് അവസരം നല്കിയിരിക്കുന്നു. അപൂർവമായ ജീവികളെയും മറ്റു വസ്തുക്കളെയും ശേഖരിക്കുവാനും കടൽത്തറകളുടെ വർണപ്പകിട്ടും സവിശേഷതകളും ബഹുവർണഛായാചിത്രങ്ങളിൽ പകർത്തുവാനും മുങ്ങൽക്കാരനു കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. വളരെ ശക്തമായ ഫ്ലാഷ് ലൈറ്റുകളും ജലനിബദ്ധ ക്യാമറകളും ഇതിന്ന് ഉപയോഗിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

അക്വാലങ്ങിൻെറ സഹായത്തോടെ എണ്ണമില്ലാത്ത പരിരക്ഷാപ്രവർത്തനങ്ങൾ നടത്തപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. പുരാതന നാഗരിക കേന്ദ്രങ്ങൾക്കു സമീപം നൂറ്റാണ്ടുകൾ മുമ്പ് മുങ്ങിപ്പോയ കപ്പലുകളുടെ അവശിഷ്ടങ്ങൾ സ്ഥാനനിർണയം ചെയ്ത് ചരിത്രപ്രാധാന്യമുള്ള അനവധി അമൂല്യ വസ്തുക്കൾ വീണ്ടെടുത്തി

രിക്കുന്നു. ഇതുവരെ ലിഖിത രേഖകളിൽ നിന്നു മാത്രം അറിയപ്പെട്ട അനേകം അപൂർവ കപ്പൽമാതൃകകളും നാവിക ഉപകരണങ്ങളും അക്വാലങ്ങ് ഉപയോഗിച്ചുള്ള ജലാന്തരസംവീക്ഷണങ്ങളിൽ കണ്ടെത്തുകയും ശേഖരിക്കുകയും ചെയ്തിരിക്കുന്നു.

നാവിക സുരക്ഷാപ്രവർത്തനങ്ങളിലും കടൽയുദ്ധശ്രമങ്ങളിലും സ്ക്യൂബ ഉപയോഗിച്ചുള്ള മുങ്ങൽ അനിവാര്യമായിരിക്കുന്നു. ജലാന്തര റിപ്പേർ ജോലികൾക്കും ചാരപ്രവർത്തനത്തിനും മാത്രമല്ല, അഗാധതയിൽ തങ്ങി നില്ക്കുന്ന മുങ്ങിക്കപ്പലുകളിൽ നിന്നു പുറത്തേക്കു ചാടുവാനും അടുത്ത കാലത്തായി ഈ സംവിധാനം വ്യാപകമായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

പല പാശ്ചാത്യരാജ്യങ്ങളിലും സുഖസമൃദ്ധമായ ജലാന്തര റസ്ടോറൻറ് – കം – വിനോദകേന്ദ്രങ്ങൾ ഇതിനകം നിലവിൽ വന്നു കഴിഞ്ഞിരിക്കുന്നു. അക്വാലങ്ങും നീന്തൽസൂട്ടും ഫ്ലിപ്പറുകളും ധരിച്ചുകൊണ്ട് അനവധി ഉല്ലാസക്കാർക്ക് ഈ മറുലോകവിനോദകേന്ദ്രങ്ങളിലേക്ക് സഞ്ചരിക്കാം. ഉല്ലാസത്തിനും വിനോദത്തിനും വേണ്ടി മാത്രമല്ല, നിത്യോപജീവനമാർഗം കണ്ടെത്തുന്നതിനും കടലിന്നടിയിലെ സൂപ്പർമാർക്കറ്റുകളിൽ സാധനങ്ങൾ വാങ്ങുന്നതിനും കടൽവാസികളായിത്തീർന്നിട്ടുള്ള സുഹൃത്തുക്കളെ സന്ദർശിക്കുന്നതിന്നും ജലാന്തരവിനോദങ്ങളിൽ ഏർപ്പെടുന്നതിന്നും ഭാവിമനുഷ്യന് അക്വാലങ്ങ് അനിവാര്യമായിത്തീരാം.

ഗവേഷണവാഹിനികൾ – ജലാന്തരവാഹനങ്ങളുടെ ഒരു പുതിയ തലമുറ

കടലിലെ അദൃശ്യമായ അഗാധതകളിലേയ്ക്ക് എത്തിനോക്കാനുള്ള അവസരങ്ങൾ നല്കിയതിന്നു പുറമേ, 200 മീറ്റർ വരെ ആഴമുള്ള ജലത്തിൽ മത്സ്യത്തെപ്പോലെ നീന്തുവാനും അക്വാലങ്ങ് മനുഷ്യനെ അനുവദിച്ചിരിക്കുന്നു. എന്നാൽ, അജ്ഞാതമായ അഗാധതകളിൽ ഇറങ്ങിച്ചെല്ലുവാനുള്ള അവന്റെ മോഹത്തിന് ഇത് ഉത്തരമായില്ല. സർവ ആഴങ്ങളിലും എത്തിപ്പറ്റാൻ സഹായിക്കുന്ന ഉപാധികൾ രൂപപ്പെടുത്തുവാൻ അവൻ ഉറച്ചു.

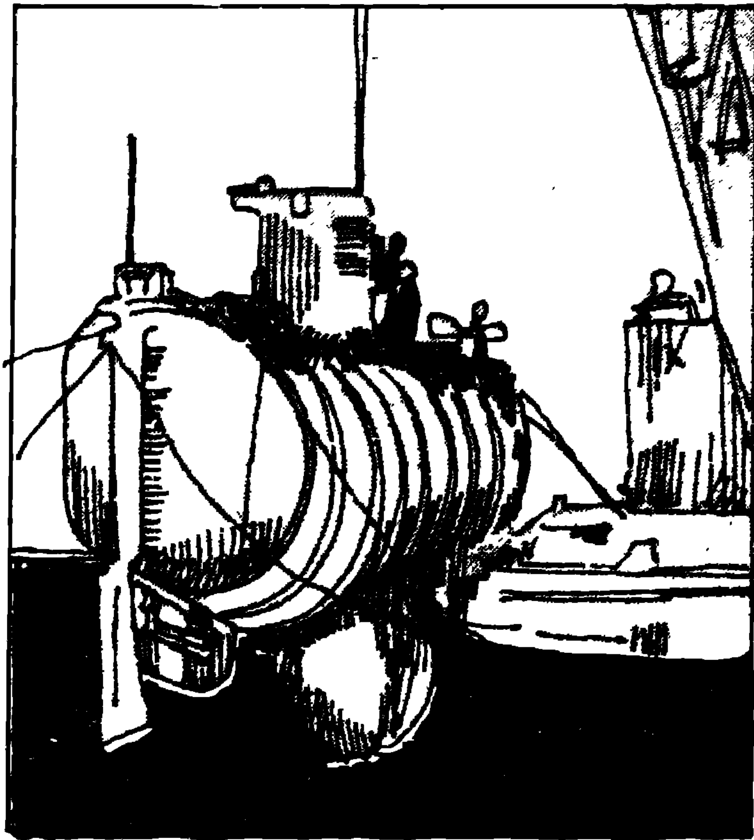
ആദികാലത്തുണ്ടായ 'അഗാധഗോള'ങ്ങളിൽ ഒന്നിന് (bathysphere) ഒട്ടിസ് ബർട്ടൻ 1934 ൽ രൂപകല്പന നല്കി. ഏതാണ്ട് ഒരു മീറ്റർ വ്യാസവും രണ്ടര ടൺ ഭാരവുമുള്ള പൊള്ളയായ ഒരു സ്റ്റീൽഗോളം ആയിരുന്നു അത്. ആ സ്റ്റീൽ പന്തിന് കത്തിരുന്നുകൊണ്ട് രണ്ടു പേർക്ക് ഉരുക്കിയ ക്വാർട്ട്സ് കൊണ്ടു നിർമ്മിച്ച, ബലമുള്ള ജനാലകളിലൂടെ നിരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്താം. നങ്കൂരമിട്ട ഒരു കപ്പലിൽ നിന്ന് ഇരുമ്പ് കമ്പിയിൽ 1000 മീറ്റർ ആഴത്തിൽ ബാത്തിസ്ഫിയറിനെ കെട്ടിത്താഴ്ത്തി. വൈദ്യുതികമ്പി, ടെലിഫോൺ കമ്പി തുടങ്ങിയവയുള്ള റബ്ബർ കുഴലുകളിൽ ബാത്തിസ്ഫിയർ മാതൃകപ്പലുമായി ബന്ധം പുലർത്തി. നീരാവി വലിച്ചെടുക്കുന്ന കാൽസ്യം ക്ലോറൈഡ്, ശ്വാസനവായു നല്കുന്ന ഓക്സിജൻ സിലിണ്ടറുകൾ, അധിക കാർബൺഡയോക്സൈഡ് ദ്രവീകരിക്കുന്ന സോഡാലൈം മൂവിക്യാമറകൾ തുടങ്ങിയവ ഗോളത്തിനകത്തും ശക്തമായ സെർച്ചുലൈറ്റുകൾ ഗോളത്തിന്നു പുറത്തും സജ്ജമാക്കിയിരുന്നു. ബാത്തിസ്ഫിയറിൽ അഗാധതകളിലേക്കുള്ള പ്രൊഫ. വില്യം ബീബിന്റെ സാഹസികയാത്രകൾ അദ്ദേഹത്തിന്റെ അനേകം കൃതികളിൽ വിവരിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു.

എന്നാൽ, ബാത്തിസ്ഫിയറിന് ഗുരുതരമായ ചില ന്യൂനതകൾ ഉണ്ടായിരുന്നു. ഒരു ഉപരിതലക്കപ്പലിൽ നിന്ന് കുത്തനെ താഴ്ത്തുകയും പിന്നീടു പൊക്കിയെടുക്കുകയും ചെയ്യേണ്ടതുണ്ട് എന്നതായിരുന്നു ഇതിലൊന്ന്. മാതൃകപ്പൽ വലിച്ചുകൊണ്ടുപോവുകയോ ഒഴുക്കിൽപ്പെട്ടു നീങ്ങുകയോ ചെയ്യുന്നില്ലെങ്കിൽ ബാത്തിസ്ഫിയറിന് ക്ഷൈതികചലനം തീരെയില്ലായിരുന്നു. രണ്ടാമതായി, ബാത്തിസ്ഫിയറിൽ നിന്നുള്ള നിരീക്ഷണസീമയെ നിയന്ത്രിച്ചത് മാതൃകപ്പലുമായി ബന്ധിച്ച കമ്പിയുടെ നീളമായിരുന്നു. ഒടുവിലായി, ബന്ധനക്കമ്പി പൊട്ടിപ്പോകാം എന്ന ഭീഷണിയുണ്ടായിരുന്നു. ഇതു സംഭവിക്കുകയാണെങ്കിൽ ഗോളം നിഷ്ഠുരമായി അഗാധതകളിൽ ഉപേക്ഷിക്കപ്പെടുന്നതിനും അന്തേവാസികൾ മാരകമായ വിധിയെ നേരിടുന്നതിനും കാരണമായേക്കാം.

മഹാനായ സ്വിസ് പ്രൊഫസറായ ആഗസ്തെ പിക്കാർഡ് ആവിഷ്കരിച്ചു വികസിപ്പിച്ച ബേത്തിസ്കേഫ് (ജലാന്തര ബോട്ട്) ബേത്തിസ്ഫിയറിനേക്കാൾ മെച്ചപ്പെട്ട ഒരു ജലാന്തര വാഹിനിയായിരുന്നു. ജലാന്തരഗതാഗതത്തിൽ ഒരു വിപ്ലവം തന്നെ. വായുക്കപ്പലുമായി രൂപസാദൃശ്യമുണ്ടായിരുന്ന ഈ വാഹിനി പ്രവർത്തനക്ഷമമായതും അതേ തത്വത്തിൽതന്നെ. എഫ്. എൻ. ആർ. എസ്. (ബെൽജിയൻ ഗവേഷണസംഘടന യുടെ പേരിന്റെ ആദ്യക്ഷരങ്ങൾ ചേർത്തു നല്കപ്പെട്ട നാമം) എന്ന തന്റെ ഗവേഷണവാഹനം പ്രൊഫ. പിക്കാർഡ്, 1948 – ൽ പൂർത്തിയാക്കി. പ്രൊഫ. പിക്കാർഡിന്റെ ഗവേഷണ ങ്ങൾക്കു ധനസഹായം നല്കിയതു മേല്പറഞ്ഞ ബെൽജിയൻ സംഘടനയായിരുന്നു. വാഹനത്തിന്റെ ജലാന്തരഗതാഗത യോഗ്യത പരിശോധിച്ചു നോക്കുവാൻ ഫ്രഞ്ചു നേവി സമ്മ തിച്ചു. ജലാന്തര ബോട്ട് എന്ന ആശയത്തിന്റെ പ്രയോഗക്ഷമ തയെ എഫ്.എൻ.ആർ.ആസ്. തെളിയിച്ചു. എന്നാൽ, അതിന്റെ രൂപകല്പനയിൽ ചില ന്യൂനതകൾ ഉണ്ടായിരുന്നു.

ഇറ്റാലിയൻ നഗരമായ 'ട്രീസ്റ്റെ'യിലെ പൗരന്മാരാണ് അടുത്തതായി മുൻകൈ എടുത്തത്. കൂടുതൽ മെച്ചപ്പെട്ട ഒരു ബേത്തിസ്കേഫു നിർമ്മിക്കുവാൻ ധനസഹായം വാഗ്ദാനം ചെയ്തു കൊണ്ടു പ്രൊഫ. പിക്കാർഡിനെ അവർ ക്ഷണിച്ചു. 'ട്രീസ്റ്റെ' എന്നു നാമകരണം ചെയ്യപ്പെട്ട പരിഷ്കരിച്ച വാഹനം 1953 ആഗസ്തിൽ പരിശോധനക്കു തയ്യാറായി (ചിത്രം 17).

രണ്ടു നിർണായക കാര്യങ്ങളിൽ ബേത്തിസ്ഫിയറിൽ നിന്നു ബേത്തിസ്കേഫ് വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു: ഒന്നാമതായി, വൈദ്യുതബാറ്ററിയിൽ നിന്നു ലഭിച്ച സ്വന്തം ചാലകശക്തി കൊണ്ട് വിലങ്ങനെ സഞ്ചരിക്കുവാൻ അതിന്നു കഴിഞ്ഞു. രണ്ടാമതായി, കടലിലിറക്കിക്കഴിഞ്ഞാൽ പിന്നെ മാതൃകപ്പലു മായി ബന്ധം ആവശ്യമായിരുന്നില്ല. കരയിൽ നിന്നു നിശ്ചിത നടുക്കടൽ വരെ സഞ്ചരിക്കുന്നതിന്നാവശ്യമായ ഇന്ധനം ലാഭി ക്കുവാൻ മാത്രമായിരുന്നു ബേത്തിസ്കേഫിനെ മാതൃകപ്പൽ പേറിക്കൊണ്ടു പോയത്. മറ്റു വിധത്തിൽ ബേത്തിസ്കേഫ് മാതൃകപ്പലിൽ നിന്നു സ്വതന്ത്രമാണ്.



ചിത്രം-16 ട്രീസ്റ്റെസ് ബഹുമുഖശേഷിയുള്ള ബേത്തിസ്കേഫ്. മാതൃകപ്പലിന്റെ ഡക്കിൽനിന്നു ക്രെയിൻവഴി വാഹിനി ജലത്തിൽ ഇറക്കപ്പെടുന്നു.

ബേത്തിസ്കേഫിന് അടിസ്ഥാനപരമായി മൂന്നു ഭാഗങ്ങൾ ഉണ്ട്: ചുരുട്ടിന്റെ രൂപമുള്ള ഗൊണ്ടോളയാണ് ആദ്യഭാഗം. യാത്രികർ ജീവിക്കുന്നതും ജോലി ചെയ്യുന്നതും ഇതിന്നകത്താണ്. അറകളായി തിരിച്ചിട്ടുള്ള ഒരു പ്ലവനമാണ് രണ്ടാം ഭാഗം. ഗ്യാസോ മറ്റു ഭാരരഹിത പദാർഥമോ നിറച്ചിരിക്കുന്ന ഈ ഘടകമാണ് ജലാന്തരവാഹിനിയെ സാധാരണസമയത്ത് ഉപരിതലത്തിൽ നിർത്തുന്നത്. ഒടുവിലായി, ഇരുമ്പുഭാരക്കട്ടകളുടെ ഒരു ശ്രേണിയുണ്ട്. ഗൊണ്ടോളയുടെ കീഴ്ഭാഗത്തു ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ഇവ വാഹനത്തെ നിർദിഷ്ട ആഴത്തിലേക്കു താഴ്ത്തുന്നു.

പ്ലവനവും ഭാരക്കട്ടകളും തമ്മിലുള്ള ലോലമായ സംതുലനം വാഹനത്തിന്റെ നിശ്ചിത ആഴസ്തര പ്രവേശത്തെയും അതിന്റെ മടക്കയാത്രയെയും നിർണയിക്കുന്നു.

പ്ലവനത്തിന്റെ കുത്തനെയുള്ള അറകൾ ഗാസൊലിൻ കൊണ്ടു നിറയ്ക്കുകയാണെങ്കിൽ, താഴെ കെട്ടിത്തൂക്കിയിരിക്കുന്ന ഭാരങ്ങളെ അതിജീവിച്ചു കൊണ്ട് വാഹനം ഉപരിതല

ത്തിലെത്തുന്നു. പ്ലവനത്തിൻെറ ഒന്നോ രണ്ടോ അറകളിൽ ഗാസൊലിന്നു പകരം കടൽവെള്ളം നിറയ്ക്കുകയാണെങ്കിൽ, ആഗ്രഹിക്കുന്ന ആഴത്തിലേക്കുള്ള വാഹനത്തിൻെറ താഴൽ സാധിക്കാം. വീണ്ടും മേല്പോട്ടുയരുവാൻ ഒന്നുകിൽ ഫ്ലോട്ട് അറകളിൽ നിന്ന് വെള്ളം പുറംതള്ളാം, അല്ലെങ്കിൽ ഭാരക്കട്ടകൾ തിരസ്കരിക്കാം.

അടിയന്തിരഘട്ടങ്ങളിൽ ഈ രണ്ടു രീതികളും അവലംബിക്കുന്നു. അപ്പോൾ, നൈമിഷികമായി വാഹനം ജലോപരിതലത്തിൽ കുതിച്ചെത്തും. ഭാരക്കട്ടകൾ ഗൊണ്ടോളയിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത് വൈദ്യുതകാന്തത്താലാണ്. ബാറ്ററികൾ മറ്റു ഘന ഉപകരണങ്ങൾ എന്നിവയും അങ്ങനെതന്നെ. വൈദ്യുതി പരാജയമുണ്ടാകുകയാണെങ്കിൽ, ഘനമുള്ള ഭാരങ്ങൾ എല്ലാം സ്വതവെ താഴോട്ടു വീണുപോവുകയും വാഹനം മേല്പോട്ടു കുതിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു.

വാഹിനിയുടെ പ്രവർത്തന അറ അഥവാ ഗൊണ്ടോളയിൽ പലതരം ഉപകരണങ്ങളും നിയന്ത്രണോപാധികളും സജ്ജമായിരിക്കുന്നു. ശാസ്ത്രീയോപകരണങ്ങൾക്കു പുറമെ, ടി.വി. ക്യാമറകൾ, എയർക്കണ്ടീഷനറുകൾ, റേഡിയോ, ടെലിഫോൺ തുടങ്ങിയവ ഇതിൽപ്പെടുന്നു. ശുദ്ധജലസ്നാനം, ലഘുഭക്ഷണ സൗകര്യങ്ങൾ ശ്വസനവാതകം എന്നിവയോടുകൂടിയ ജീവനസ്ഥലം ചാതുര്യമുള്ളതും സുഖസമൃദ്ധവും ആക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ജലനിബദ്ധപാട്ടയിൽ സജ്ജമാക്കിയ സ്റ്റോറേജ് ബാറ്ററിയും, സ്പെസിമെനുകൾ തുടങ്ങിയ ബാഹ്യവസ്തുക്കൾ ശേഖരിക്കുന്നതിന്നും കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നതിന്നുമുള്ള സംഭരണികൾ, ജലസാമ്പിളുകൾ, തെർമോമീറ്ററുകൾ, ഫ്ളാഷ്ലൈറ്റുകൾ തുടങ്ങിയവയും ഗൊണ്ടോളയുടെ പുറത്തു ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ശുദ്ധവും മർദരോധിതവും പ്ലക്സിഗ്ലാസ് നിർമ്മിതവുമായ നിരീക്ഷണജാലകങ്ങൾ അജ്ഞാതജലസ്തരങ്ങളിൽ എത്തി നോക്കുന്നതിനും ചിത്രങ്ങൾ പകർത്തുന്നതിന്നുമായി ഗൊണ്ടോളാഭിത്തിയിൽ ഏർപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു.

അറകളുടെ കീഴ്ഭാഗത്ത് കടൽവെള്ളവുമായി നേരിട്ടു വിനിമയമുള്ള വിധത്തിലാണ് പ്ലവനം നിർമ്മിക്കപ്പെട്ടത്. ഇക്കാ

രണത്താൽ, വാഹനം മുങ്ങുന്നതിന്നനുസരിച്ച്, മർദം വർധിക്കുകയും അറകളിലെ ഗാസൊലിൻ സമ്മർദിതമാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഇതിനെത്തുടർന്ന് വെള്ളം സ്വതന്ത്രമായി കീഴ്ദ്വാരത്തിലൂടെ അറകളിൽ പ്രവേശിക്കുകയും പ്ലവനത്തിന്റെ അകത്തും പുറത്തും ഉള്ള മർദം തുല്യമാവുകയും ചെയ്യുന്നു.

പില്ക്കാലത്ത് അമേരിക്കൻ നേവി 'ട്രീസ്റ്റെ' വിലയ്ക്കു വാങ്ങുകയും ചില പുരോഗതികൾ വരുത്തിയ ശേഷം ലോകത്തിന്റെ വിവിധഭാഗങ്ങളിൽ അനേകം മുങ്ങൽ സംരംഭങ്ങളിൽ ഉപയോഗിക്കുകയും ചെയ്തു. ഇതിൽ ഏറ്റവും ഉദാത്തമായ നിമിഷം 'ട്രീസ്റ്റെ'ക്കു കൈവന്നത് 1967 ജൂൺ 7– നായിരുന്നു. അന്ന്, ആവിഷ്കാരകന്റെ മകനായ ജേക്സ് പിക്കാർഡും യു.എസ്. നേവിയിലെ ലെഫ്. ഡൊണാൾഡ് വാഷും ചേർന്ന് കിഴക്കൻ പസിഫിക്കിലെ മാറിയാന കയത്തിൽ 8000 മീറ്റർ ആഴത്തിൽ ബേത്തിസ്കേഫിനെ ഇറക്കി റെക്കോർഡു സ്ഥാപിച്ചു. ഇതിന്നു രണ്ടാഴ്ചകൾക്കു ശേഷം അതേ കയത്തിൽ 10,915 മീറ്റർ ആഴത്തിൽ വാഹനം സാവകാശം ഇറങ്ങിച്ചെന്നു. ഭൂമുഖത്തെ ഏറ്റവും അഗാധമായ കയത്തിൽ മുങ്ങിയെത്തിയ ബേത്തിസ്കേഫ് അതോടെ സ്വന്തം വിജയഗാഥയ്ക്ക് മകുടം ചാർത്തി.

നിശ്ശബ്ദവും ഇരുണ്ടതും നിശ്ചലവും ഏതാണ്ടു പരലോകസമാനവുമായ ആഴങ്ങളിൽ ജീവൻ നിലനില്ക്കുന്നുവെന്നു 'ട്രീസ്റ്റെ' തെളിയിച്ചു ! ബേത്തിസ്കേഫിന്റെ യാന്ത്രികകരങ്ങൾ ശേഖരിച്ച ക്രസ്റ്റേഷ്യനുകളുടെയും മത്സ്യത്തിന്റെയും സ്പെസിമനുകൾ സുസംരക്ഷിതാവസ്ഥയിൽ ഉപരിതലത്തിൽ കൊണ്ടുവരാൻ സാധിച്ചു.

ഒരായിരത്തിലേറെ അന്തരീക്ഷമർദവും, ദിനരാത്രങ്ങൾ പൂർണമായി അജ്ഞാതവും മേൽജലങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള കണികകളുടെ പതനം ഒഴികെ മറ്റു ബാഹ്യവസ്തുക്കൾക്കു അപ്രവേശ്യവും ആയ ഇരുണ്ട സമുദ്രത്തറയിലേക്കു വാഹനം ഇറക്കിക്കൊണ്ടു പോകുവാൻ യുവാക്കളായ പിക്കാർഡിനും വാഷിനും 4 മണിക്കൂർ 42 മിനിട്ടു വേണ്ടി വന്നു. ശബ്ദം ഉറച്ചുപോയ, അത്യന്തം അദ്ഭുതകരമായ അഗാധലോകത്ത് തികച്ചും ദിവ്യാനുഭൂതി നിറഞ്ഞ 30 മിനുട്ടുകൾ രണ്ടുപേരും ചെലവ

ഴിച്ചു. ശക്തമായ സെർച്ച് ലൈറ്റിന്റെ പ്രകാശത്തിൽ, തീരെ മന്ദവതിയായ ഒരു മത്സ്യം വാഹനത്തിന്റെ ജനാലയിലെത്തി, വിചിത്രർ എന്നു തോന്നിയ അകത്തിരിക്കുന്ന ആഗന്തരെ ഗൗരവം മുറ്റിയ ഒരു നിമിഷവേളയിലെ വിലയിരുത്തലിനു ശേഷം, വന്ന സാവകാശതയോടെ തന്നെ മന്ദം, മന്ദം നീന്തിയകലുന്നത് അവർ കണ്ടു. ഏതാനും നിമിഷങ്ങൾക്കു ശേഷം, ചെമ്പുവർണമുള്ള ഒരു കൊഞ്ച് നൃത്തമാടിക്കൊണ്ട് അടുത്തു വന്നു. എന്നാൽ സെർച്ചു ലൈറ്റിന്റെ കേന്ദ്രീകൃതപ്രകാശത്തിൽ ശുണ്ഠിവന്നിട്ടാവാം, ആ സുന്ദരജീവി തെന്നിത്തെറിച്ചകന്നു. തിരിച്ചുള്ള യാത്രയ്ക്ക് ബേത്തിസ്കേഫ് 3 മണിക്കൂർ 17 മിനുട്ട് എടുത്തു.

ട്രീസ്റ്റെയുടെ വിജയകരമായ ദൗത്യത്തിന്നു ശേഷം അനേകം ബേത്തിസ്കേഫുകൾ ആവിഷ്കരിക്കുകയും നിർമ്മിക്കുകയും ചെയ്തിട്ടുണ്ട്. സമ്മർദിത അലൂമിനിയത്താൽ നിർമ്മിതമായതും അഗാധജലസ്തരങ്ങളിൽ നിയതമായി പരിശോധനകൾ നടത്തുവാൻ പര്യാപ്തമായതുമായ 'അലൂമിനോട്ട്' താരതമ്യേന ഭാരക്കുറവും ചാരുതയുമുള്ള ജലാന്തരവാഹിനിയാണ്. 6000 മീറ്റർ ആഴത്തിൽ ഒറ്റ യാത്രയിൽ 100 മണിക്കൂറോളം നേരം പ്രവർത്തിക്കുവാൻ ഇതിന്നു ശേഷിയുണ്ട്. ബേത്തിസ്കേഫിന്റെ അതേ തത്വത്തിൽ നല്ല ഉറപ്പോടെ നിർമ്മിതമായ ഈ വാഹനത്തിൽ പ്രധാന അറയിലാണ് യാത്രികർ ഇരിക്കുന്നത്, അല്ലാതെ പ്രത്യേകം അനുബന്ധിതമായ ഗൊണ്ടോളയിൽ അല്ല. വുഡ്സ് ഹോൾ ഓഷനോഗ്രാഫിക് ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ടിന്റെ അത്യധികം ചലനക്ഷമതയുള്ള ചെറുജലാന്തരവാഹിനിയായ 'ആൽവിൻ' ആഴരഹിതജലങ്ങളിൽ പഠനങ്ങൾ നടത്തുവാൻ പറ്റിയതാണ്. അമേരിക്കയുടെ കിഴക്കൻ തീരജലങ്ങളിൽ വിപുലമായ സർവെ നടത്തുവാൻ ഇതിന്റെ സഹായത്താൽ സാധിച്ചിട്ടുണ്ട്.

1960 ൽ 'റം' (Remote controlled Undersea Manipulator = വിദൂരനിയന്ത്രിത ജലാന്തര കുശലഹസ്തം) എന്ന പേരോടെ രൂപപ്പെടുത്തിയ ഒരു സ്വയംപ്രവർത്തിത ജലാന്തരവാഹിനി അമേരിക്കയിൽ പരീക്ഷണാടിസ്ഥാനത്തിൽ ഉപയോഗിക്ക

പ്പെട്ടു. കാലിഫോർണിയാതീരത്തെ പ്രശസ്തമായ സ്ക്രിപ്സ് ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് ഓഷനോഗ്രാഫി വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത 'റം' കാറ്റർപില്ലർ മാതൃകയിൽ ഭ്രമണയന്ത്രത്തോടു കൂടിയ ഒരു വാഹനമാണ്. നാലരമീറ്റർ വരെ നീട്ടാവുന്ന ഒരു യാന്ത്രികകരം ഈ വാഹനത്തിനുണ്ട്. കടൽത്തറയിൽ നിന്ന് വസ്തുക്കൾ ശേഖരിക്കുവാനും ഉപകരണങ്ങൾ കടൽത്തറയിൽ സ്ഥാപി ക്കുവാനും ശേഷിയുള്ള കരത്തിന് മുതുക്, കൈമുട്ട്, മണി ബന്ധം, ഇരുശാഖകളുള്ള മുൻകൈ എന്നിവയുണ്ട്. ടി.വി. ക്യാമറകൾ കടൽത്തറയിൽ നിരീക്ഷണങ്ങൾ നടത്തുന്നു. പേരിൽ നിന്നും വ്യക്തമാകുന്നതു പോലെ, കരയിൽ പ്രവർ ത്തിക്കുന്ന നിയന്ത്രണസ്റ്റേഷനുകൾ വാഹനത്തിന്റെ പ്രവർ ത്തനത്തെ നിയന്ത്രിക്കുന്നു. വേറൊരു സ്വയംപ്രവർത്തിത ജലാന്തരവാഹനമാണ് 'ഡീപ്ഡിപ്'(Deep Dip). മാഗ്നറ്റിക്, റേഡിയൊ ആക്ടീവ്, അകൂസ്റ്റിക്, എലക്ട്രോമാഗ്നറ്റിക് എന്നീ അളവുകൾ എടുക്കുന്നതിനുള്ള ഉപകരണങ്ങൾ ഈ വാഹനത്തിലുണ്ട്. ജലാന്തര ഫോട്ടോഗ്രാഫി, പ്രവാഹമാ പനം, സാമ്പിൾ ശേഖരണം എന്നിവയ്ക്ക് ഇതുപയോഗിക്കുക യുണ്ടായി. വാഹനത്തെ കടൽത്തറയിൽ താഴ്ത്തുകയും ആഴ്ച കളോ മാസങ്ങളോ കഴിഞ്ഞശേഷം തിരിച്ചു കൊണ്ടുവരികയും ചെയ്യാം. വാഹനത്തിൽ സ്വയം രേഖപ്പെടുത്തപ്പെടുന്ന ആധാര വിവരങ്ങൾ പിന്നീട് വിശകലനത്തിനു വിധേയമാക്കുന്നു.

പരിചയസമ്പന്നതയേറിയ ജലാന്തരസഞ്ചാരിയായ ക്യാ പ്റ്റൻ കോസ്റ്റോ നിർമ്മിച്ച് പ്രാവർത്തികമാക്കിയ 'ഡൈവിങ്ങ് സോസർ' (മുങ്ങൽ തളിക) ജലാന്തര മോട്ടോർ കാർ ആണെന്നു പറയാം. സാമാന്യം വേഗത്തിൽ ഓടുന്ന, താലരൂപത്തിലുള്ള ഈ വാഹനത്തിന് 2 മീറ്ററിലേറെ വ്യാസമുണ്ട്. 15 – 20 കി.മീ. വേഗത്തിൽ, വളരെക്കൂടിയ ആഴങ്ങളിൽ അനവധി മണിക്കൂറു കളോളം, കമഴ്ന്നു കിടക്കുന്ന അവസ്ഥയിൽ രണ്ടു പേർക്ക് ഇതിൽ സഞ്ചരിക്കാം. കോസ്റ്റോയുടെ പ്രസിദ്ധമായ 'കോൺ ഷെൽഫ്' ജലാന്തരവാസ പരമ്പരയോട് (അടുത്ത പേജുകളിൽ വായിക്കുക) അനുബന്ധിച്ചു വികസിപ്പിച്ചെടുത്ത ഡൈവി ങ്ങ്സോസർ (ഡി.എസ്) ജലത്തിനകത്ത് അദ്ഭുതങ്ങൾ നേടിയി

ട്ടുണ്ട്. പെരുമാറ്റ സവിശേഷതകൾ പഠിക്കുന്നതിന്നായി ഒരു മത്സ്യപ്പറ്റത്തെ ഡി.എസ്. സമീപിച്ചപ്പോൾ പറ്റത്തിലെ മത്സ്യങ്ങൾ പരിഭ്രാന്തരായി നാലു വശത്തേക്കും പരക്കംപാഞ്ഞ അവസരത്തെ വളരെ കൗതുകത്തോടെ കോസ്റ്റോ സ്മരിക്കുന്നുണ്ട്. ജലലോകത്തെ വിനോദവാഹനമാണ് ഡി.എസ് എന്നു പറയാം. എന്നാൽ, വെറും വിനോദത്തെക്കാൾ എത്രയോ മഹത്തായ കാര്യങ്ങൾ അതു നിർവഹിക്കുന്നുണ്ട്.

ജലാന്തരസംവീക്ഷണങ്ങളെ സഹായിക്കുന്നതിന്നു പുറമെ ജലാന്തരലോകത്തെ യഥാർഥത്തിൽ കീഴടക്കുന്നതിൽ, ഭാവി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാരെയും സാങ്കേതികവിദഗ്ധരെയും ബേത്തിസ്കേഫുകളും ഡി.എസുകളും ശക്തരാക്കുന്നു. ആഹാരവേട്ടയിലും, ജലത്തറയെ മനുഷ്യവാസത്തിനു തയാറാക്കുന്നതിലും ഇവയുടെ ദിഗ്വിജയം പ്രയോജനപ്പെടുന്നതാണ്. കരയും കടലും തമ്മിൽ ബന്ധിപ്പിക്കുന്ന നാളത്തെ ഹൈവേകളിൽ ഇവയുടെ പിൻഗാമിവാഹനങ്ങൾ കുതിച്ചുപായുമെന്നു പ്രതീക്ഷിക്കാം.

കടലിന്നകത്തു ജീവിക്കൽ

വൻകരയുടെ ചെരിഞ്ഞുകിടക്കുന്ന തോളുകളിൽ മനുഷ്യവാസം സ്ഥാപിക്കുകയെന്നത് ഇനിയുള്ള നാളുകളിൽ ശാസ്ത്രജ്ഞൻെറ വെറും സ്വപ്നമല്ല. കടലുകളുടെ അന്തരംഗത്തിൻെറ വക്കുകളിൽ ഒരു ചവിട്ടുപടി ലഭിക്കുന്നതിന്നായി കോടാനുകോടി രൂപ ഇതിനകം തന്നെ ചെലവഴിച്ചു കഴിഞ്ഞു. വാസ്തവത്തിൽ, പല വികസിത രാജ്യങ്ങളിലും ഈ ദിശയിൽ മുന്നേറ്റം കൈവന്നിട്ടുണ്ട്. അത്യാഗ്രഹികളായ വേട്ടക്കാർ തങ്ങളുടെ ഇരയെ കടന്നുപിടിക്കുന്ന വനങ്ങൾ പോലെ, കടലുകൾ കരുതപ്പെട്ടിരുന്നു. എന്നാൽ, ശാസ്ത്രജ്ഞനെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം മെരുക്കിയെടുക്കുകയും മനുഷ്യവാസയോഗ്യമാക്കുകയും ചെയ്യാവുന്ന വിജനപ്രദേശങ്ങൾ മാത്രമാണ് കടലുകൾ.

അക്വാലങ്ങ് ധരിച്ചുകൊണ്ടുള്ള മുങ്ങലും, ജലാന്തരവാഹനങ്ങളിൽ കടലിൻെറ നീലിമയിലൂടെയുള്ള സഞ്ചാരവും, സമുദ്രജീവിജാലത്തിൻെറ രഹസ്യങ്ങൾ വെളിവാക്കുന്നതിനു

പകരിക്കുന്ന പ്രയോജനകരമായ സംരംഭങ്ങൾ തന്നെ. എന്നാൽ മനുഷ്യൻെറ അന്തിമലക്ഷ്യം കടലുകളെ കീഴ്പ്പെടുത്തുകയെ ന്നതാണ്. ആഹാരത്തിലും ലവണവിഭവത്തിലും സമ്പന്നമായ നിമജ്ജിതപ്രദേശങ്ങളിൽ അധിവാസം ഉറപ്പിക്കുകയും, അങ്ങനെ, കരയിലെ സ്ഥലപരിമിതിയെ അല്പമെങ്കിലും ലഘൂകരിക്കുകയും ചെയ്യുവാൻ അവൻ ലക്ഷ്യം വെക്കുന്നു.

കടലുകളിൽ ഉള്ള ചൂഷണം ചെയ്യാവുന്ന വിഭവത്തിൻെറ ഭൂരിഭാഗവും കരയോരമേഖലയിൽ കേന്ദ്രീകൃതമാണ്. പരമാവധി 200 മീ. ആഴംവരെയുള്ള, കരഭാഗങ്ങളുടെ തുടർച്ചയായ, കടലിലേക്കു ചെരിഞ്ഞുവർത്തിക്കുന്ന കടൽത്തറഭാഗമാണ് കരയോരം. കരയോരത്തിന് എല്ലാ പ്രദേശത്തും ഒരേ വീതിയല്ല. ഉദാഹരണമായി, സൗരാഷ്ട്രാതീരത്ത് 100 കി.മീ. യിലേറെ വീതിയിൽ അത് വിശാലമായി വ്യാപിച്ചു കിടക്കുമ്പോൾ, ആന്ധ്ര തീരത്ത് അതിൻെറ വീതി ഏതാനും കി.മീ. മാത്രമാണ്. എന്നാൽ, ലോകത്തിൻെറ എല്ലാ ഭാഗത്തുമുള്ള കരയോരങ്ങളെ ഒന്നായി പരിഗണിക്കുകയാണെങ്കിൽ, ആഫ്രിക്കാവൻകരക്കു തുല്യമായ വിസ്തൃതിയുള്ള ഒരു പ്രദേശമാണ് അത് എന്നു കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. മനുഷ്യൻെറ അയൽപ്രദേശം മാത്രമായ കരയോരത്തെ അധിവാസയോഗ്യമാക്കുകയും വേണ്ട രീതിയിൽ പ്രയോജനപ്പെടുത്തുകയുമാണെങ്കിൽ ഒരു മുഴുവലുപ്പൻകരയെക്കൂടി മനുഷ്യനു ലഭിക്കും.

അക്വാലങ്ങിൻെറ ആവിഷ്കാരകനായ ക്യാപ്റ്റൻ കോസ്റ്റോ ജലാന്തര ജീവിത ശ്രമങ്ങളിലും ഒരു അഗ്രഗാമിയാണ്. ഭാവി സമുദ്രാന്തര സഞ്ചാരികൾക്ക് ഒരു ദ്വിമാധ്യമ നിലനില്പ് അദ്ദേഹം വിഭാവനം ചെയ്തു. ജലരഹിതവും വായുനിർഭരവുമായ ജീവനഗൃഹം ഒരു വശത്ത്; ജലാന്തര വാഹനങ്ങളിൽ സഞ്ചരിച്ചുകൊണ്ടോ അക്വാലങ് ധരിച്ചു കൊണ്ടോ ജോലിചെയ്യുകയും സ്വതന്ത്രമായി നീങ്ങുകയും ചെയ്യാവുന്ന ജലത്തിൽ മുങ്ങിയ കടൽത്തറസാഹചര്യം മറുവശത്ത്. ഇതാണ് ദ്വിമാന നിലനില്പ്. ജീവനസ്ഥലത്തെ വായുശൂന്യമാക്കുവാൻ പ്രയാസമില്ല. അകത്തെ വായുമർദം ചുറ്റുമുള്ള

ജലമർദത്തേക്കാൾ അല്പം കൂടുതലാണെങ്കിൽ കടലിന്നകത്ത് ഒരു ജലശൂന്യഗൃഹം സ്ഥാപിക്കാം. ഓരോ പത്തു മീറ്റർ ആഴ വർധനവിന്നും കടലിലെ മർദം ഒരു അന്തരീക്ഷം വീതം വർധിക്കുന്നതിനാൽ, 30 മീറ്റർ ആഴത്തിലുള്ള ഒരു ജലാന്തരവാഹനത്തെ ജലശൂന്യമായി നിലനിർത്തുവാൻ മൂന്ന് അന്തരീക്ഷത്തേക്കാൾ മർദക്കൂടുതലുള്ള വായു അതിൽ നിറച്ചാൽ മതിയാവും. മർദിതവായുവിൽ ഏറെക്കാലം ജീവിക്കുവാൻ പ്രയാസകരമാണെങ്കിലും മനുഷ്യന്റെ ശരീരപ്രവർത്തനങ്ങളെ വിപരീതമായി ബാധിക്കാതെ 200 മീ. ആഴംവരെ (കരയോരത്തിന്റെ ആഴപരിധി) ജീവിക്കുകയെന്നത് അസാധ്യമൊന്നുമല്ല. എന്നാൽ, മുങ്ങൽക്കാരൻ അന്തരീക്ഷത്തിൽ പ്രവേശിക്കുന്നതിന് മുമ്പ് വിമർദീകരണം നടത്തുവാൻ മുൻകരുതലുകളെടുക്കണമെന്നു മാത്രം. അന്തരീക്ഷത്തിലേയ്ക്കുള്ള മടക്കയാത്ര വളരെ വേഗത്തിലാണെങ്കിൽ, മുങ്ങൽവേളയിൽ രക്തത്തിൽ വിലയിതമായിട്ടുള്ള നൈട്രജൻ, ഹീലിയം തുടങ്ങിയ നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങൾ കുമിളകളായി പുറത്തു വരികയും വേദനാജനകമായ 'ബെണ്ട്സ്' ഉണ്ടാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. എന്നാൽ, വാതകമോചനം മന്ദവും പൂർണവുമാകുമ്പോൾ 'ബെണ്ട്സ്' ഒഴിവാക്കാം. അഗാധങ്ങളിൽ നിന്നു പൊങ്ങിവരുന്ന മുങ്ങൽക്കാരൻ മേലെയുള്ള ഓരോ ജലസ്തരങ്ങളിലും ഒരു നിശ്ചിത സമയം ചെലവഴിക്കുകയും അതിന്നു ശേഷം മാത്രം ജലോപരിതലത്തിൽ പ്രവേശിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന പ്രക്രിയ വിമർദീകരണം എന്നു വിവരിക്കപ്പെടുന്നു.

ക്യാപ്റ്റൻ കോസ്റ്റോയും അദ്ദേഹത്തിന്റെ സഹപ്രവർത്തകരും ആസൂത്രണം ചെയ്തു നടപ്പാക്കിയ 'കോൺഷെൽഫ് I' ജലാന്തര ആവാസത്തിലെ ആദ്യത്തെ പരീക്ഷണം ആയിരുന്നു. അതേ പരീക്ഷണം തുടർന്നുകൊണ്ട് അതിലും വളരെ കൂടുതൽ വിപുലവും സങ്കീർണവുമായ 'കോൺഷെൽഫ് - II', 'കോൺഷെൽഫ് - III' എന്നീ ജലാന്തര അധിവാസ പരിപാടികളും അവർ നടപ്പാക്കി. അമേരിക്ക, ബ്രിട്ടൻ, റഷ്യ തുടങ്ങിയ രാജ്യക്കാരും കോസ്റ്റോയുടെ ഉദ്യമങ്ങളെ പിന്തുടരുകയുണ്ടായി.

സുവ്യതിരിക്തമായ ഒരു 'ആന്തരാകാശ' സാങ്കേതികവിദ്യയുടെ വികാസ – നവീകരണങ്ങൾക്ക് ഇവരുടെയെല്ലാം ശ്രമങ്ങൾ വമ്പിച്ച സംഭാവനകൾ നല്കി.

വിജയകരമായ ആദ്യ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ ഒന്നായിരുന്നു കോൺഷെൽഫ് - II. ഈ പരിപാടിപ്രകാരം, പത്തു മീറ്റർ ആഴത്തിൽ സ്ഥാപിതമായ 'സ്റ്റാർഫിഷ്ഹൗസ്' എന്ന കുടിലിൽ, ഒരിക്കൽപോലും ഉപരിതലത്തിൽ വരാതെ ഒരു മാസം മുഴുവൻ അഞ്ച് ആളുകൾ താമസിച്ചു. കുടിലിന്റെ കീഴ്ഭാഗത്ത് കതകുകൾ ഇല്ലാത്ത 'ജലവാതിലി'ലൂടെ അന്തേവാസികൾക്ക് ഇഷ്ടാനുസരണം വെള്ളത്തിൽ ഇറങ്ങുവാനും തിരിച്ചു കുടിലിൽ പ്രവേശിക്കുവാനും കഴിഞ്ഞു. അക്വാലങ്ങ് ധരിച്ചുകൊണ്ടു, തിരക്കേറിയ പരിപാടികളോടെ, അന്വേഷണങ്ങൾ നടത്തിയും വസ്തുക്കളും സാമ്പിളുകളും ശേഖരിച്ചും കുടിലിന്നു ചുറ്റുമുള്ള ജലത്തിൽ നിത്യം 12 മണിക്കൂർ നേരം അവർ ജോലി ചെയ്തു. കലാചാതുരിയുള്ളതും സുഖസമൃദ്ധവുമായ എല്ലാ ജീവിതസൗകര്യങ്ങളും 'സ്റ്റാർഫിഷ്ഹൗസി'ൽ ലഭ്യമാക്കിയിരുന്നു. അത്യുന്നതഗവേഷണസൗകര്യങ്ങൾ ഉള്ള ലബോറട്ടറികൾക്കും ഭംഗിയോടെ സജ്ജമാക്കിയ കിടപ്പറകൾക്കും പുറമെ, വിനോദ സൗകര്യങ്ങൾ, ശുദ്ധജലസ്നാനം, ടി.വി., മാതൃകപ്പലുമായുള്ള ടെലിഫോൺ ബന്ധങ്ങൾ, എയർകണ്ടീഷനിംഗ് എന്നിവയും സജ്ജമാക്കിയിരുന്നു. ചൂടുള്ള ഭക്ഷ്യവസ്തുക്കളും ന്യൂസ്പേപ്പറും കത്തുകളും മറ്റും നിത്യം കൃത്യമായി ജലനിബദ്ധമായ തെർമോസ്റ്റാറ്റുകളിൽ മാതൃകപ്പലായ 'കാലിപ്സൊ'യിൽ നിന്ന് കുടിൽ സമീപത്ത് എത്തിച്ചുകൊടുക്കും. അക്വാനോട്ടുകളിൽ ഒരാൾ പോയി അതു ശേഖരിച്ചാൽ മതി. അന്തേവാസികളുടെ മാനസികവും ശാരീരികവുമായ ആരോഗ്യാവസ്ഥ ഉറപ്പുവരുത്തുവാൻ എല്ലാ ദിവസവും മാതൃകപ്പലിൽ നിന്നും ഒരു ഡോക്ടർ എത്തുമായിരുന്നു.

കോൺഷെൽഫ് II പരിപാടിയുടെ ഭാഗമായി 25 മീറ്റർ ആഴത്തിൽ ഒരു അഗാധജല പുറംകുടിൽ സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടിരുന്നു. വ്യത്യസ്ത ആഴങ്ങളിലുള്ള ശരീരപ്രവർത്തനങ്ങളുടെ പഠനങ്ങൾ ഒരേ സമയത്തു സാധ്യമാക്കിക്കൊണ്ട് ഒരാഴ്ച

യോളം രണ്ടുപേർ അതിൽ ജീവിച്ചു. സ്റ്റാർഫിഷ് ഹൗസിനും അഗാധ ജലപുറം കുടിലിന്നും ഇടയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതിന്നും സാധനം കടത്തുന്നതിന്നും ഡി.എസ്. വളരെയേറെ പ്രയോജന പ്പെട്ടു. വിശാലമായ പ്രദേശങ്ങളെ അന്വേഷണപരിധിയിൽ ഉൾപ്പെടുത്തുന്നതിനും അത് ഉപകരിച്ചു. സ്റ്റാർഫിഷ് ഹൗസിന്നു സമീപം സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ട, പ്രത്യേകം സജ്ജമാക്കിയ ഒരു ക്യാബിനിൽ ഡി.എസ്. ഉപയോഗമില്ലാത്ത സമയങ്ങളിൽ, സൂക്ഷിക്കപ്പെട്ടു.

നിർമ്മാതാക്കളുടെ വിദൂരസ്വപ്നങ്ങളെപ്പോലും മറികടന്നതായിരുന്നു കോൺഷെൽഫ് IIൻെറ വിജയം. ലോകചരിത്രത്തിൽ ആദ്യമായി, 'വരണ്ട, വായുനിർഭരമായ കരദേശത്തിൽ നിന്നുള്ള കുമിളകൾ ഊതുന്ന, ശല്ക്കങ്ങൾ ഇല്ലാത്ത ഇരുവാലൻമാരായ മത്സ്യങ്ങൾ' ഒരു മാസക്കാലം പൂർണമായി കടലിലെ ഞുളുഞുളുത്ത ജന്തുക്കളുടെ സുഹൃത്തുക്കളായി കഴിഞ്ഞു.

അമേരിക്കയിൽ ജലാന്തരവാസകേന്ദ്രങ്ങൾ ആവിഷ്കരിച്ചതും സ്ഥാപിച്ചതും നേവിയും സ്വകാര്യ ഏജൻസികളുമായിരുന്നു. രണ്ടാമത്തെ വിഭാഗത്തിൽ പ്രധാനിയായ എഡ്വാർഡ് എ. ലിങ്ക് ജലാന്തര ജീവിതപ്രശ്നങ്ങളുടെ പരിഹാരത്തിൽ ഗണ്യമായ സംഭാവനകൾ നല്കി. ലിങ്കിൻെറ 'മനുഷ്യൻ കടലിൽ' എന്ന പദ്ധതി 185 മീറ്റർ ആഴത്തിൽ സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടു. ഇതിലെ അധിവാസ മാതൃകകൾ അത്യധികം പരിഷ്കൃതമായിരുന്നു. ലിങ്കിൻെറ ആദിരൂപങ്ങളിൽ ഒന്നായ 'സ്പിഡ്' (Submerged, Portable, Inflatable Dwelling = കടത്തുകയും വീർപ്പിക്കുകയും ചെയ്യാവുന്ന നിമജ്ജിത ഗൃഹം) കൈകാര്യം ചെയ്യുവാൻ വളരെ എളുപ്പമായിരുന്നു. കാറ്റുകളഞ്ഞാൽ 2 1/2 മീറ്റർ നീളവും ഒരു മീറ്ററിലേറെ വ്യാസവും ഉള്ളതും ദൃഢമായ സ്റ്റീൽചട്ടക്കൂട്ടിൽ ഉറപ്പിച്ചതുമായ, പരന്ന ഒരു ജലാന്തര തമ്പായിരുന്നു സ്പിഡ്. വെള്ളത്തിൽ നിമജ്ജിതമാകുന്നതോടെ, അകത്തെ വാതകമർദം പുറത്തെ ജലമർദത്തിന്നു തുല്യമാകത്തക്കരീതിയിൽ തമ്പു വീർപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. സ്പിഡിൻെറ തറയിലുള്ള വർത്തുളകവാടം പ്രവേശനം എളുപ്പമാക്കുകയും അകത്തെ മർദ

വ്യത്യാസങ്ങളെ ക്രമീകരിക്കുവാനാവശ്യമായ ഊർധ്വാധര അവസ്ഥാവിശേഷം ഉണ്ടാക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഗ്യാസു സിലിണ്ടറുകൾ, ടി.വി. ക്യാമറകൾ, ഗ്യാസ് ചംക്രമണ സംവിധാനം, ആശയവിനിമയോപകരണങ്ങൾ, ആഹാരം, വെള്ളം, പലതരം ഉപകരണങ്ങൾ, ജലാന്തര ശ്വസനോപകരണങ്ങൾ എന്നിവയെല്ലാം ജലബദ്ധപാത്രങ്ങളിൽ ആക്കി, സ്റ്റീൽ ചട്ടക്കൂടിന്റെ പുറംവശത്തും ഭാരക്കട്ടകൾ സ്ഥാപിച്ചിട്ടുള്ള താലത്തിലും ബന്ധിച്ചിരുന്നു.

ജലാന്തര ജീവിതത്തിന്നുള്ള ലിങ്കിന്റെ കൂടുതൽ കൗതുകഗംഭീരമായ സംഭാവന എസ്.ഡി.സി. യുടെ (Submemsible Decompression Chamber = നിമജ്ജിത വിമർദീകരണ അറ) കണ്ടുപിടുത്തം ആയിരുന്നു. അഗാധതയിൽ അല്പനേരം ചെലവഴിച്ചശേഷം ഇഷ്ടാനുസരണം ഉപരിതലത്തിലേക്കു തിരിച്ചു പൊങ്ങുവാൻ മുങ്ങൽക്കാരന്നു സ്വാതന്ത്ര്യമുണ്ടായിരുന്നില്ല. പൂർണമായ വിമർദീകരണം സാധിക്കുന്നതിന്നായി, മുകളിലെ വിവിധ ജലസ്തരങ്ങളിൽ ദീർഘമായ മണിക്കൂറുകൾ അയാൾ ചെലവഴിക്കേണ്ടതുണ്ടായിരുന്നു. (രക്തത്തിൽ അലിഞ്ഞിട്ടുള്ള നിഷ്ക്രിയവാതകങ്ങളെ മന്ദമായും പൂർണമായും വിമുക്തമാക്കുന്ന പ്രക്രിയയാണ് വിമർദീകരണം). ഈ കാത്തിരിപ്പ് പ്രയാസകരമായ അനുഭവമായിരുന്നു. അനവധി മണിക്കൂറുകളോ, ദിവസങ്ങൾപോലുമോ അതു നീണ്ടുനിന്നിരുന്നു. വേദനാപൂർണമായ ഈ പ്രക്രിയയിൽനിന്ന് മുങ്ങൽക്കാരനെ ഒഴിവാക്കുന്ന ഒരുതരം ജലാന്തര ലിഫ്റ്റ് ആണ് ലിങ്കിന്റെ എസ്.ഡി.സി. മൂന്നു മീറ്റർ നീളവും ഒരു മീറ്റർ വ്യാസവും മുങ്ങൽക്കാരന് ഇരിക്കാനുള്ള സൗകര്യങ്ങളുമുള്ള ഒരു അലുമിനിയം സിലിണ്ടർ ആണിത്. അഗാധമായ ആഴങ്ങളിൽ ജീവിച്ച ശേഷം, കീഴ്ഭാഗത്തെ തുറന്ന കവാടത്തിലൂടെ മുങ്ങൽക്കാരൻ എസ്.ഡി.സി.യിൽ പ്രവേശിക്കുന്നു. കവാടം തുറന്നിരിക്കുമ്പോൾ എസ്.ഡി.സി.യിലെയും ചുറ്റുമുള്ള ജലത്തിലെയും മർദം തുല്യമാണ്. മുങ്ങൽക്കാരൻ പ്രവേശിച്ചശേഷം കവാടം ഭദ്രമായി അടയ്ക്കപ്പെടുകയും അകത്തിരിക്കുന്ന മുങ്ങൽക്കാരനോടൊപ്പം മാതൃകപ്പലിലേക്കു എസ്.ഡി.സി. വലിച്ചെടുക്ക

പ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. അഗാധജലത്തിൻെറ അധികമർദത്തെ ഒരു അറയിൽ അടച്ച്, മാറ്റമില്ലാതെ, കപ്പലിലേക്കു വലിച്ചിഴച്ചു കൊണ്ടുവരുന്ന പോലെയാണിത്. കപ്പലിലെത്തിയാൽ എസ്.ഡി. സി.യിൽ വെച്ചുതന്നെയോ, അല്ലെങ്കിൽ, വിമർദീകരണത്തിന്നായി പ്രത്യേകം രൂപകല്പന ചെയ്തു നിർമ്മിച്ചിട്ടുള്ള കപ്പലിലെ പ്രത്യേക അറയിൽ വെച്ചോ മുങ്ങൽക്കാരന്നു വിമർദീകരണത്തിന്നു വിധേയനാകാം. കുറെക്കൂടി ചലനസാധ്യതയുള്ളതു കാരണം, രണ്ടാമത്തെ സംവിധാനം മുങ്ങൽക്കാരന്നു കൂടുതൽ സുഖകരമാണ്. ആഴമുള്ള ജലസ്തരങ്ങളിൽ മുങ്ങൽക്കാരൻ മണിക്കൂറുകളോളം ചെലവഴിക്കേണ്ടതില്ലെന്നതും വിമർദീകരണം നടക്കുന്നത് തുറമുഖത്തേക്കു മടക്കയാത്ര ചെയ്യുന്ന കപ്പലിലായതിനാൽ, മുങ്ങൽക്കാരന്ന് അസൗകര്യവും കപ്പൽ ജീവനക്കാർക്കു സമയവും ലാഭിക്കാമെന്നതും ഈ രീതിയുടെ ഗുണങ്ങളാണ്.

മുങ്ങൽക്കാരൻ അഗാധതകളിൽ ഒരു മണിക്കൂർ ചെലവഴിച്ചാലും അനവധി മണിക്കൂറുകൾ ചെലവഴിച്ചാലും വിമർദീകരണത്തിനാവശ്യമായ സമയം ഒന്നുതന്നെയാണ് എന്ന പ്രധാന കാര്യം ഇവിടെ ഓർമ്മിക്കേണ്ടതുണ്ട്. രക്തം നിഷ്ക്രിയ വാതകങ്ങളാൽ സാന്ദ്രീകൃതമായിക്കഴിഞ്ഞാൽ, പിന്നെ ഓഷനോട്ട്, അഗാധതകളിൽ എത്ര മണിക്കൂർ ചെലവഴിച്ചാലും, അത് കൂടുതൽ വാതകം വലിച്ചെടുക്കുകയില്ല. ആദ്യത്തെ ചില അസുഖാനുഭവങ്ങൾക്കുശേഷം മുങ്ങൽക്കാരൻ അഗാധതകളിൽ കൂടുതൽ വൈഷമ്യം അനുഭവിക്കാത്തത് ഇക്കാരണത്താലാകുന്നു.

യു.എസ്. നേവിയുടെ സീലാബ് I (Sealab I) പരീക്ഷണങ്ങൾ 1964 ജൂലായ് അവസാനത്തോടെ ബർമുഡാതീരത്ത് നടത്തപ്പെട്ടു. 20 മീറ്റർ ആഴത്തിൽ വലിയ ഒരു പീപ്പയുടെ രൂപമുള്ള അറയിൽ പത്തു ദിവസത്തേക്ക് നാല് ആളുകൾ ഈ പരിപാടി പ്രകാരം ജീവിച്ചു. ഏതാണ്ട് ഒരു വർഷത്തിനുശേഷം 45 ദിവസം നീണ്ടുനിന്ന ഒരു ഭീമ പ്രയത്നം സീലാബ് II ൽ വച്ച് അമേരിക്കൻ നേവി വീണ്ടും നടത്തി. 10 വ്യക്തികൾ 15 ദിവസം വീതം ചെലവഴിച്ച മൂന്നു ടീമുകൾ ഇതിൽ ഉൾപ്പെട്ടു. ഇതിലൊരാൾ തുടർച്ചയായല്ലാത്ത രണ്ട് 15 – ദിവസ വേളകളിൽ അഗാധ

തയിൽ ജീവിച്ചു. ബഹിരാകാശ സഞ്ചാരികൂടിയായ സ്കോട്ട് കാർപെൻറർ ആയിരുന്നു പരിപാടിയിൽ പങ്കെടുത്ത വേറൊരാൾ. തുടർച്ചയായ 30 ദിവസം കാർപെൻറർ ജലത്തിനകത്തു താമസിച്ചു. കാലിഫോർണിയയിലെ (ലാജോളാ) സ്ക്രിപ്സ് ഇൻസ്റ്റിറ്റ്യൂട്ട് ഓഫ് ഓഷനോഗ്രാഫിക്കു സമീപം 65 മീ. ആഴത്തിൽ 18 മീ.നീളവും 4 മീ. വീതിയുമുള്ള ക്യാബിൻ സ്ഥാപിതമായി. സീലാബ് പ്രവർത്തകർ ഒരു വിമാനാവശിഷ്ടം വീണ്ടെടുക്കുകയും, ജീവശാസ്ത്രപരവും സമുദ്രശാസ്ത്രപരവുമായ ഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തുകയും, ശരീരശാസ്ത്രപരവും മനശ്ശാസ്ത്രപരവുമായ പരിശോധനകൾ സ്വന്തം ദേഹങ്ങളിൽ നിർവഹിക്കുകയും ചെയ്തു. വൈദ്യുതതാപീകൃതമായ നീന്തൽ സൂട്ടുകൾ ധരിച്ചതു കാരണം 13 സെൻറിഗ്രേഡു തണുത്ത ജലത്തിൽ സുഖമായി പ്രവർത്തിക്കുവാൻ ഓഷനോട്ടുകൾക്കു സാധിച്ചു.

മധ്യധരണ്യാഴിയിൽ ഫെറാത്തു മുനമ്പിനു സമീപം നടത്തപ്പെട്ട കോസ്റ്റോവിൻെറ 'കോൺഷെൽഫ് III' പരീക്ഷണം കൂടുതൽ നിർണായകമായ ഒരു മുന്നേറ്റം ആയിരുന്നു. 100 മീറ്റർ ആഴത്തിൽ, ഒരു ഗോളാകാരഗൃഹത്തിൽ 6 ആളുകൾ 22 ദിവസം താമസിച്ചു. വൈദ്യുതി, ആശയവിനിമയം എന്നിവകൾക്കാവശ്യമായ കമ്പികൾ മാത്രമായിരുന്നു കോൺഷെൽഫ് IIIന്നു മാതൃകപ്പലുമായുള്ള ബന്ധം. അപകടകരമായ അനേകം ജലാന്തരജോലികൾ ഈ പരിപാടി പ്രകാരം ഓഷനോട്ടുകൾ നിർവഹിച്ചു. മർദിതവായുവിൻെറ സഹായത്താൽ ഉയർന്ന മർദത്തിൽ കൃത്രിമമായി എണ്ണ പ്രവഹിപ്പിക്കുന്ന ഒരു 5 –ടൺ എണ്ണക്കിണർ ദ്വാരം 120 മീറ്റർ ആഴത്തിൽ വിജയകരമായി പ്രതിസ്ഥാപിക്കുവാനും പുനഃപ്രവർത്തിപ്പിക്കുവാനും ഓഷനോട്ടുകൾക്കു കഴിഞ്ഞു. ഉപരിതലത്തിൽ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്ന എതാണ്ട് അത്രതന്നെ ഫലപ്രദമായി അഗാധതകളിലും ശാരീരികവും മാനസികവുമായ സങ്കീർണകൃത്യങ്ങൾ നിർവഹിക്കുവാൻ മുങ്ങൽക്കാർക്ക് സാധിക്കുമെന്ന് അവർ തെളിയിച്ചു.

ജലാന്തര സംവീക്ഷണങ്ങളിൽ അതുവരെയുണ്ടായ നേട്ടങ്ങളെ നിഷ്പ്രഭമാക്കുന്ന തരത്തിലുള്ളതായിരുന്നു 120 മീറ്റർ ആഴത്തിലെ സീലാബ് IIIൻെറ വിസ്മയകരമായ പ്രവർത്തന

ങ്ങൾ. അഗാധതകളെ കീഴ്പ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു എന്ന് അതാദ്യമായി അഭിമാനം കൊള്ളുവാൻ മനുഷ്യന് അവസരമുണ്ടായി.

ജലാന്തര ജീവിത സങ്കല്പത്തെ ചില ബ്രിട്ടിഷ് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പിന്നെയും വളരെ മുന്നോട്ടു കൊണ്ടുപോയി. ഒറ്റപ്പെട്ട ഗൃഹങ്ങൾ മാത്രമല്ല, മുഴുകോളണികളും ചെറുപട്ടണങ്ങൾപോലും ജലാന്തരങ്ങളിൽ സ്ഥാപിക്കുവാനാണ് ഇപ്പോൾ പരിപാടികൾ വിഭാവനം ചെയ്യപ്പെട്ടിരിക്കുന്നത്. 60 മീറ്റർ ആഴത്തിൽ ആറുമാസത്തേക്ക് 10 പേർക്കു ജീവിക്കുവാനും പ്രവർത്തിക്കുവാനുമാവശ്യമായ ഒരു പ്രോജക്റ്റ് ഒരു ബ്രിട്ടിഷ് വിദ്യാർഥിസംഘം തയ്യാറാക്കുകയുണ്ടായി. ലോകത്തിലെ ഭക്ഷ്യോല്പാദനം വർധിപ്പിക്കുന്നതിൻെറ സാധ്യതകൾ ഉൾപ്പെടെ, കടൽസസ്യങ്ങളെയും കടൽജന്തുക്കളെയും കുറിച്ചു പഠിക്കുകയാണ് പ്രോജക്ടിൻെറ ലക്ഷ്യങ്ങളിൽ ഒന്ന്. വലിയ കടൽജന്തുക്കളുടെയും മത്സ്യങ്ങളുടെയും ചാക്രിക പലായനങ്ങളെ അവ തിട്ടപ്പെടുത്തുകയും, ലവണനിക്ഷേപങ്ങളെയും അവയുടെ നിഷ്കർഷണത്തെയും കുറിച്ച് അന്വേഷണങ്ങൾ നടത്തുകയും ചെയ്തു. ഒടുവിലായി, ഒരു അന്യലോകത്തിൽ സുദീർഘവും ശ്രമകരവുമായ ജീവനക്കാലത്ത് ഓഷനോട്ടുകളുടെ സ്വന്തം പെരുമാറ്റങ്ങളെക്കുറിച്ചും പഠനങ്ങൾ നടത്തപ്പെട്ടു.

ജർമ്മനിയുടെ ആദ്യത്തെ ജലാന്തര ലബോറട്ടറിയായ 'ഹെൽഗൊലാണ്ട്' കിഴക്കൻ ഹെൽഗോലാണ്ടിൻെറ തീരത്ത് നോർത്തുസീയിൽ 1969ൽ സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടു. ജലാന്തരലോകത്തെ ഏറ്റവും വലിയ കടൽ ഗവേഷണകേന്ദ്രങ്ങളിൽ ഒന്നായിരുന്നു ഇത്. ക്രമീകരണശേഷിയുള്ള നാലുകാലുകളിൽ, 21 മീ. ആഴത്തിൽ നിലയുറപ്പിച്ച 10 മീറ്റർ നീളമുള്ള സിലണ്ടർ ആയിരുന്നു ഹെൽഗൊലാണ്ട്. ഉപരിതലത്തിലെ ഒരു ബോയയുമായി ഇതു ബന്ധം പുലർത്തി. ബോയയിൽ സ്വന്തമായ ഡീസൽ പവർ യൂണിറ്റും ഒരു കംപ്രസറും ഓക്സിജൻ സംഭരണവും തീരദേശത്തെ സ്റ്റേഷനുകളുമായി റേഡിയൊ ബന്ധവുമുണ്ടായിരുന്നു. ബഹുമുഖപ്രാധാന്യമുള്ള ജർമ്മൻ പരീക്ഷണം നിരവധി വർഷങ്ങളോളം തുടരുകയും ജലാന്തര ലോകത്തെയും

ജലാന്തര ജീവിതത്തെയുംകുറിച്ച് അമൂല്യമായ വിവരങ്ങൾ വെളിച്ചത്തു കൊണ്ടുവരികയും ചെയ്തു.

ഏഷ്യൻ രാജ്യങ്ങളിൽ ജലാന്തര സംവീക്ഷണങ്ങളിലും പരീക്ഷണങ്ങളിലും ഉജ്ജ്വലമായ നേട്ടങ്ങൾ കൈവരിച്ചിട്ടുള്ളത് ജപ്പാൻ മാത്രമാണ്. മറ്റു പല ശാസ്ത്രീയ വ്യാവസായിക മേഖലകളിൽ എന്നപോലെ, ജലാന്തരപരിശ്രമങ്ങളിലും മഹത്തായ ബഹുമുഖതയും നമൃതയും ജപ്പാൻ പ്രദർശിപ്പിച്ചിട്ടുണ്ട്. ജലാന്തരസംരംഭങ്ങളിൽ വിദഗ്ധ സേവനം പ്രദാനം ചെയ്യുന്ന, മനോമസൃണമായ ജലാന്തരവാഹിനികളോടും വിദഗ്ധ മുങ്ങൽക്കാരോടും കൂടിയ വാണിജ്യ സ്ഥാപനങ്ങൾ ജപ്പാനിൽ ഇപ്പോൾ തന്നെ പ്രവർത്തിക്കുന്നുണ്ട്. ജലാന്തര പരീക്ഷണങ്ങളിൽ അവർ വൈകിയാണ് പ്രവേശിച്ചതെങ്കിലും ഈ മേഖലയിലെ നേട്ടങ്ങളിൽ അവർ മുൻപന്തിയിൽ തന്നെനില്ക്കുന്നു.

കടലിനകത്ത് ചെലവു കുറഞ്ഞതും പെട്ടെന്നുള്ളതുമായ സേവനം ലഭ്യമാക്കുവാൻ ഒരു കനേഡിയൻ കമ്പനി (ഇൻറർനേഷനൽ സബ്മറീൻ എൻജിനിയറിങ്ങ് ലിമിറ്റഡ്, ഐ.എസ്. ഈ.) നിർമ്മിച്ചിട്ടുള്ള ജലാന്തരവാഹനപരമ്പരയിൽ ഒന്നാണു ബന്ധിത വിദൂര ക്യാമറ (Tethered Remote Camera - TREC). പ്രസ്തുത കമ്പനിയുടെ തന്നെ ഒരു സഹായക ഉപകരണമാണ് സീമാർക് (Sea Mapping and Remote Characterisation = കടൽ ചിത്രണവും വിദൂരലക്ഷണീകരണവും). സമുദ്രത്തറയുടെ പടം തയാറാക്കുവാനും കടൽത്തറപ്രകൃതിയുടെയും അതിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന വസ്തുക്കളുടെയും വിശദാംശങ്ങൾ മറ്റു കപ്പലിലേക്കോ മാതൃജലാന്തരവാഹിനിയിലേക്കോ നല്കുവാനും അതിന്നു സാധിക്കുന്നു. സമഗ്രമായ ഇത്തരം സർവെകളുടെ സഹായത്തോടെ കടൽത്തറയിലെ സാധാരണ ആഴങ്ങളിൽ ഏതു വസ്തുവും കൃത്യമായി സ്ഥാനനിർണയം ചെയ്യുവാനും വീണ്ടെടുക്കുവാൻപോലും സാധ്യമാണ്. ബഹുരാഷ്ട്ര കമ്പനികൾക്ക്, പ്രത്യേകിച്ചു സംവീക്ഷണങ്ങളിലും ഖനനപ്രവർത്തനങ്ങളിലും ഏർപ്പെട്ടിരിക്കുന്നവർക്ക് ഇത്തരം ഉപകരണങ്ങൾ അത്യധികം പ്രയോജനകരമാണ്.

കടൽത്തറയിൽ അധിവസിക്കാനുള്ള ഇതുവരെയുള്ള സർവശ്രമങ്ങളും പരീക്ഷണപരമായിരുന്നു. കരയുടെ സമീപ സ്ഥമായ ജലലോകത്തിൽ സ്ഥിരാവാസകേന്ദ്രം ഇതുവരെ സ്ഥാപിതമായിട്ടില്ല. എന്നാൽ, പരീക്ഷണങ്ങൾക്കു സാമ്പത്തി കമായ പല ആകർഷകതകളുമുണ്ട്. ആഴമേറിയ ജലങ്ങളിലെ മുങ്ങൽ, ജലാന്തര അധിവാസം എന്നിവകളിൽ സവിശേഷ വൈദഗ്ധ്യം നേടിയിട്ടുള്ള 1500 ലേറെ ആളുകൾ ലോകത്തൊ ട്ടാകെ ഇപ്പോൾ ഉണ്ട് എന്നു കണക്കാക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. അപക ടസാധ്യതകളും, എന്നാൽ അതുപോലെ പ്രതിഫല സാധ്യത കളും ഏറെയുള്ള ഈ തൊഴിലിൽ ഇവർ സുപരിശീലിതരും സുപരിചിതരും ആകുന്നു. എണ്ണപര്യവേഷണം, പൈപ്പു ലൈൻ സ്ഥാപനം, ജലാന്തരക്ഷാരണ പഠനങ്ങൾ, ജലാന്തരപ രിസ്ഥിതി വിജ്ഞാനം, ശരീരശാസ്ത്രം, സർവോപരി സങ്കീർണ മായ ചാരവൃത്തിയും പ്രത്യേകകാര്യ നിർവഹണവും പോലു ള്ള സൈനികപ്രവർത്തനങ്ങൾ തുടങ്ങിയവയിലെല്ലാം വൻ ഫീസ് ഈടാക്കിക്കൊണ്ട് ഈ വിദഗ്ധർ ബഹുരാഷ്ട്ര കമ്പനി കൾക്കു വേണ്ടി ജോലി ചെയ്യുന്നു. ബഹിരാകാശ പ്രയത്നങ്ങ ളിൽ ആർജിച്ചുകഴിഞ്ഞിട്ടുള്ള ബൃഹത്തായ നേട്ടങ്ങളോടൊപ്പം 'അന്തരാകാശ' മേഖലയിലും വികസിതരാഷ്ട്രങ്ങൾ അത്യന്തം പരിഷ്കൃതവും ഉന്നതവുമായ ഒരു സാങ്കേതികവിദ്യ വികസി പ്പിച്ചെടുത്തിട്ടുണ്ട്. എന്നാൽ, വാഗ്ദാനങ്ങൾ നിറഞ്ഞ ഈ മേഖ ലയിൽ ഇന്ത്യയെപ്പോലുള്ള വികസ്വരരാജ്യങ്ങൾ ഒരു തുടക്കം പോലും കുറിച്ചിട്ടില്ല. ഇന്ത്യൻ നേവിയെങ്കിലും ഈ പ്രശ്ന ത്തിന് അതർഹിക്കുന്ന പ്രാധാന്യം നല്കുമെന്നും ജലാന്തര സംവീക്ഷണങ്ങളിൽ ആവശ്യമായ വൈദഗ്ധ്യവും സാങ്കേതിക വിദ്യയും വികസിപ്പിച്ചെടുക്കുമെന്നും നമുക്കു പ്രത്യാശിക്കാം

8

ഭാവി

രണ്ടാം ലോകമഹായുദ്ധം വരെ ഇന്ത്യാസമുദ്രം പ്രയോഗത്തിൽ ഒരു ബ്രിട്ടിഷ് തടാകമായിരുന്നു. എന്നാൽ, ഏഷ്യൻ രാജ്യങ്ങളിൽ സ്വാതന്ത്ര്യപ്പുലരി ആഗമിച്ചതോടെ 74, 049, 290 ച.കി.മീ. വിസ്താരമുള്ള അതിവിശാലമായ ഈ ജലസഞ്ചയം അതിൻെറ കരകളിൽ വസിക്കുന്ന അധോപോഷിതരായ ജനവിഭാഗങ്ങൾക്കു സംവീക്ഷണത്തിന്നും ചൂഷണത്തിനുമായി തുറന്നുകിടക്കുകയാണ്. ലോകജനസംഖ്യയുടെ ഏതാണ്ടു മൂന്നിലൊന്ന് ഇന്ത്യാസമുദ്രതീരത്തെ 30 ലേറെ രാജ്യങ്ങളിൽ വസിക്കുന്നു. 90 കോടി ജനങ്ങളും 6000 കി.മീ.യിലേറെ കടൽത്തീരവുമുള്ള ഇന്ത്യ ഇവയിൽ നിസ്സംശയം ഏറ്റവും പ്രധാനപ്പെട്ട രാജ്യമാണ്. ഇന്ത്യയോടൊപ്പമോ അതിലേറെയോ കടൽത്തീരമുള്ള വേറെ പത്തുരാജ്യങ്ങളേ ലോകത്താകെയുള്ളൂ.

200 നോട്ടിക്കൽ മൈൽ കരയോടടുത്ത കടൽ പ്രദേശം ഓരോ രാജ്യത്തിൻെറയും സാമ്പത്തിക മേഖലയായി സമീപകാലത്തു പ്രഖ്യാപിക്കപ്പെട്ടതോടെ, ഇന്ത്യയുടെ ഇന്നത്തെ ഭൂപ്രദേശത്തിൻെറ ഏതാണ്ട് മൂന്നിലൊന്നുവരുന്ന അതിവിശാലമായ ഒരു കടൽ ഭാഗം നമ്മുടെ സാമ്പത്തിക വിഭവപരിധിയിൽ അധികമായി വന്നു ചേർന്നിരിക്കുന്നു. (ഏതാണ്ടു 587,600 ച.നോ.മൈൽ). വിശാലമായ ഇന്ത്യൻ കടലുകളുടെ തീക്ഷ്ണമായ സമുദ്രശാസ്ത്രപഠനങ്ങൾ ഒരു അടിയന്തിരാവശ്യമായി തീർന്നിരിക്കുന്നു. ഓഫ്ഷോർ എണ്ണയ്ക്കുവേണ്ടിയുള്ള പരിശ്രമങ്ങൾ ഇതിനകം തീവ്രമാക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഈ ശ്രമങ്ങളുടെ

ഒരു ഉപോല്പന്നം എന്നനിലയിൽ, സമുദ്ര എൻജിനിയറിങ്ങിലും സമുദ്രസാങ്കേതികവിദ്യയിലും മഹത്തായ മുന്നേറ്റങ്ങൾ കൈവരിക്കുവാനിടയുണ്ട്. സമുദ്രവിഭവത്തിന്റെ പ്രമുഖ ചൂഷണമേഖലകളിൽ ലാഭകരമായ ഫലങ്ങൾ ഉളവാക്കുവാൻ ഈ ദിശയിലുള്ള ശ്രമങ്ങൾ സഹായകമാണ്. നമ്മുടെ ജനങ്ങളുടെ ബഹുമുഖവികസനത്തിന് കടൽവിഭവങ്ങളെ ചൂഷണം ചെയ്യുവാനുള്ള, വെല്ലുവിളികൾ നിറഞ്ഞ പ്രവർത്തനങ്ങൾ ഏറ്റെടുക്കുന്നതിലും, ഈ മേഖലയിൽ സ്വയംപര്യാപ്തതയും സ്വാശ്രയതയും നേടുന്നതിലും നാം ലക്ഷ്യം വെക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു.

പ്രാഥമികമായി ഇന്ത്യ ഒരു സമുദ്രാഭിമുഖ രാജ്യമാണ്. ഈ വസ്തുത നമ്മുടെ നേതാക്കൻമാരിൽ വളരെ കുറച്ചു പേർ മാത്രമേ ഗ്രഹിച്ചിട്ടുള്ളൂ എന്നത് ഒരു ദുരന്തമാണ്. സമുദ്രഭാഗങ്ങളിൽ ഏറ്റവും സമ്പന്നമായതു കരയോരമേഖലയാണ്. കരയിൽ നിന്നു കടലിലോട്ടു ക്രമേണ ആഴം വർധിക്കുന്ന, ഇളം ചെരിവുള്ള ആഴരഹിതമായ കടൽ പ്രദേശമാണ് കരയോരം. കരയോരത്തിന്റെ ഏറ്റവും കൂടിയ ആഴം 200 മീറ്റർ ആണ്. ഇന്ത്യയിൽ കരയോര പ്രദേശത്തിന്റെ വീതി 5 കി.മീ മുതൽ 100 കി.മീ. വരെയാണ്. രാജ്യത്തിന്റെ മുഴുവൻ കരയോര പ്രദേശങ്ങളും വീണ്ടെടുത്താൽ, തമിഴ്നാട്, കേരളം എന്നീ സംസ്ഥാനങ്ങളുടെ സംയുക്ത വിസ്തൃതിയിലേറെ വലുപ്പമുള്ള ഒരു ഭൂപ്രദേശം കൂടി നമ്മുടെ രാജ്യാതിർത്തിയിൽ വന്നു ചേരും.

സമുദ്ര വിഭവങ്ങൾ മൊത്തത്തിൽ നാല് ഇനങ്ങളിൽപ്പെടുന്നു. (1) ഏറ്റവും പുരാതനവും ഏറ്റവും പ്രധാനവുമായത് മനുഷ്യോപഭോഗത്തിനു നേരിട്ടും കാലിത്തീറ്റ, കോഴിത്തീറ്റ തുടങ്ങിയവയ്ക്കു നേരിട്ടല്ലാതെയും ലഭിക്കുന്ന ആഹാരയിനങ്ങൾ തന്നെ. (2) വിലപിടിച്ച പല രാസവസ്തുക്കളും (കറിയുപ്പ് ഉൾപ്പെടെ) കടൽ വെള്ളത്തിൽ നിന്നു നിഷ്കർഷിക്കപ്പെടുന്നു. (3) പെട്രോളിയം, ഇരുമ്പയിര്, വജ്രം, പലതരം രാസവസ്തുക്കൾ, ലവണങ്ങൾ തുടങ്ങിയവ കടൽത്തറയിൽ നിന്നു ഖനിക്കപ്പെടുന്നു. (4) വേലീചലനങ്ങൾ, തിരമാലകൾ, താപം തുടങ്ങിയ പ്രകൃതി ശക്തികൾ മനുഷ്യന്റെ ഉപയോഗത്തിന് ലഭ്യമാണ്.

ആഹാരോറവിടം എന്ന നിലയിൽ

പ്രോട്ടീൻസമ്പന്നമായ ഭക്ഷണത്തിൻെറ അപരിമിതമായ ഉറവിടമാണ് കടൽ. എഫ്.എ.ഓ.യുടെ കണക്കുകൾ പ്രകാരം, 1977ൽ ലോകത്തിലെ മൊത്തം മത്സ്യോല്പാദനം 70 മില്യൻ ടൺ ആയിരുന്നു. എന്നാൽ, സാധ്യത ഇതിനേക്കാൾ എത്രയോ കൂടുതലും. ഇതിൽ ഇന്ത്യയുടെ പങ്കു നിസ്സാരമായിരുന്നു – ഒരു മില്യനിൽ താഴെ. എഫ്.എ.ഓ. വിദഗ്ധരും നമ്മുടെ ശാസ്ത്രജ്ഞൻമാരും ഒരുപോലെ പങ്കിടുന്ന മിതമായ ഒരു വിലയിരുത്തൽ വ്യക്തമാക്കുന്നത് മത്സ്യവിഭവശേഷിയെ അലങ്കോലപ്പെടുത്താതെയും, ഇന്നത്തെ സാങ്കേതിക വിദ്യയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിലും ഇന്ത്യയുടെ വിളവു പത്തിരട്ടിയെങ്കിലും ആയി വർധിപ്പിക്കാമെന്നാണ്. മത്സ്യം 60 ശതമാനത്തിലെറെ ജനങ്ങൾക്കു സ്വീകാര്യമായതിനാൽ, നമ്മുടെ ആഹാരക്കമ്മിയും പ്രോട്ടീൻ കമ്മിയും (ഇതു ലോകത്തിൽ ഏറ്റവും ഗുതരമായ ഒന്നാണ്) നികത്തുന്നതിന് മത്സ്യവും മത്സ്യാധിഷ്ഠിത ആഹാരയിനങ്ങളും പര്യാപ്തമാണ്.

1948ൽ പത്തൊമ്പതു മില്യൻ ആയിരുന്നതു 1977ൽ 73 മില്യൻ ടൺ ആയി വർധിച്ചുവെന്നതു കഴിഞ്ഞ മൂന്നുദശകക്കാലത്തെ മത്സ്യ ബന്ധന ശ്രമങ്ങളുടെ ഏറ്റവും സ്വാഗതാർഹമായ വസ്തുതയാണ്. ജനസംഖ്യാവർധനയുടെയും കരയിൽ നിന്നുള്ള ഭക്ഷ്യോൽപാദനത്തിൻെറയും വർധനയെക്കാൾ വേഗത കൂടിയ നിരക്കാണത്. ഇന്ത്യയിലാണെങ്കിൽ 1951 മുതൽ കടൽ മീൻ ബന്ധനം തുടർച്ചയായി വർധിച്ചു കൊണ്ടിരിക്കുന്നുണ്ട്.

മൊളസ്ക്കുകൾ, ക്രസ്റ്റേഷ്യനുകൾ എന്നിവ (സമുദ്രോല്പന്നകയറ്റുമതിയിൽ ഇവ പ്രഥമസ്ഥാനത്തു നില്ക്കുന്നു) ഈ രാജ്യത്തു വളരെ പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്ന ആഹാരയിനങ്ങളാണ്. പ്രകൃതിയിൽ നിന്നുള്ള ബന്ധനത്തെയാണ് ഏറിയകൂറും നാം ആശ്രയിക്കുന്നതെങ്കിലും ഈ സ്വാദിഷ്ട കടൽവിഭവങ്ങളുടെ കൃഷി മറ്റുരാജ്യങ്ങളിൽ സർവ സാധാരണമാണ്. മൊളസ്കുകളുടെയും ക്രസ്റ്റേഷ്യനുകളുടെയും കൃഷി വൻതോതിൽ സംഘടിതമായി നടത്തുന്നതിന് തീരത്തോടനുബന്ധമായുള്ള എണ്ണ

മററ കടലിടുക്കുകൾ, കടൽച്ചാലുകൾ, കായലുകൾ തുടങ്ങിയവ വമ്പിച്ച അവസരങ്ങൾ പ്രദാനം ചെയ്യുന്നു. മത്സ്യക്കൃഷിയിലെ ഹെക്ടാറിലെ ഉല്പാദനക്ഷമത, ഫലഭൂയിഷ്ഠ ഭൂമിയിൽ നിന്നു ഹെക്ടാറിൽ കിട്ടുന്ന നെൽക്കൃഷിയുടെയോ ഗോതമ്പു കൃഷിയുടെയോ ഉല്പാദനക്ഷമതയെക്കാൾ പത്തിരട്ടിയോളം വരുമെന്നു ഫ്രാൻസിലും മററു രാജ്യങ്ങളിലും കാണപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. കൂടാതെ, കടൽഭക്ഷണം അനവധിയിരട്ടി പ്രോട്ടീൻ സമ്പന്നവുമാണ്. ഇക്കാലംവരെ നാം അവഗണിച്ചിട്ടുള്ള ഒരു പ്രധാന ആഹാരവിഭവമാണ് ആൾഗകൾ. പ്രോട്ടീൻ സമൃദ്ധമായ ആൾഗകളെ ശേഖരിക്കാനും സംസ്കരിക്കുവാനും എളുപ്പമാണ്. പരമ്പരാഗതമായി മത്സ്യാഹാരികളായ നമ്മുടെ ആളുകൾക്കിടയിൽ നല്ല സ്വീകാര്യത ലഭിക്കുകയും ചെയ്യും. ചില ആൾഗകളുടെ ഊർജമൂല്യം നല്ലയിനത്തിൽപ്പെട്ട ചോക്കലേറ്റിന്റെതിനേക്കാൾ കൂടിയതാണ്. കടലിടുക്കുകൾ, ഉൾക്കടലുകൾ എന്നിവിടങ്ങളിൽ ആൾഗാക്കൃഷി എളുപ്പവുമാണ്. മരുന്നുകളും അയോഡിൻ പോലുള്ള വിലപിടിച്ച മൂലകങ്ങളും നിഷ്കർഷിക്കുന്നതിന് ചില ആൾഗകളെ ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. വേറെ ചിലത് പലതരം വ്യവസായങ്ങളിൽ പ്രയോജനപ്പെടുന്നു.

തൂണ, ബിൽമത്സ്യം എന്നിവ കരയോരത്തിന്നപ്പുറം കാണപ്പെടുന്ന ബന്ധന മത്സ്യങ്ങളാണ്. നമ്മുടെ പുറം കടലുകളുടെയും കൂടുതൽ വിശാലമായ ഇന്ത്യാസമുദ്രത്തിന്റെയും മത്സ്യബന്ധന സാധ്യതകൾ ജപ്പാൻകാർ ശരിക്കു മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുണ്ട്. ഈ പ്രദേശത്താകെ അവർ വൻതോതിൽ മത്സ്യബന്ധനം നടത്തുന്നു. മത്സ്യങ്ങളുടെ സ്ഥാനങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള നമ്മുടെ ധാരണയും മത്സ്യബന്ധന സാങ്കേതിക വിദ്യയിൽ നാം കൈവരിച്ച പുരോഗതിയും സമുദ്രമത്സ്യബന്ധനത്തിന്റെ വിജയത്തെ നിർണയിക്കുന്നു. വയലുകളിൽ കാളകളെ പൂട്ടി പ്രവർത്തിക്കുന്ന കലപ്പയോളം പഴക്കമുള്ള പ്രാകൃത മത്സ്യബന്ധനോപകരണങ്ങളും വാഹനങ്ങളും ഇന്നും ഉപയോഗിക്കുന്ന നിസ്സഹായരായ മുക്കുവന്മാർക്ക് കരയിൽ നിന്ന് 15 മുതൽ 20 വരെ കി.മീ. ദൂരത്തിന്നപ്പുറം കടന്നു ചെല്ലാൻ സാധിക്കുന്നില്ല.

എന്നാൽ, അടുത്തകാലത്ത്, മത്സ്യബന്ധനോപാധികളുടെ നവീകരണത്തിലും യന്ത്രവൽക്കരണത്തിലും വിവിധ സംസ്ഥാനങ്ങളിലെ ഫിഷറീസ് വകുപ്പുകൾ ധാരാളം വികസനപ്രവർത്തനങ്ങൾ നടപ്പാക്കിയിട്ടുണ്ട്. പക്ഷേ, വർധിച്ച യാന്ത്രിക സൗകര്യങ്ങൾ പ്രതീക്ഷിച്ച ഫലം ഉളവാക്കിയിട്ടില്ല. ഗവേഷണ ഭാഗത്തു നിന്ന് വേണ്ടത്ര ശാസ്ത്രീയ പിൻബലം ലഭിക്കാത്തതാണ് കാരണം.

കടൽ വെള്ളത്തിൽ നിന്നുള്ള രാസവസ്തുക്കൾ

നമ്മുടെ ഏറ്റവും സമ്പന്നമായ വിഭവങ്ങളിൽ ഒന്നാണ് കടൽ വെള്ളം. നിഷ്കർഷിക്കാവുന്ന അളവിൽ 40ൽ ഏറെ മൂലകങ്ങൾ അതിലുണ്ട്. പേപ്പർ പൾപ്പ്, ഫാർമസ്യൂട്ടിക്കലുകൾ, ഗ്ലാസ്, സോപ്പ്, ഗൺപൗഡർ എന്നിവയുടെ നിർമ്മാണത്തിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന സോഡിയം സൾഫേറ്റ് കടൽ വെള്ളത്തിൽ നിന്ന് വാണിജ്യാടിസ്ഥാനത്തിൽ നിഷ്കർഷിക്കപ്പെടുന്നു. കടൽവെള്ളത്തിൽനിന്ന് മഗ്നീഷ്യവും മഗ്നീഷ്യം യൗഗികങ്ങളും വേർപെടുത്തുന്നുണ്ട്. ഇതിനുള്ള വൻഫാക്ടറികൾ അനവധി രാജ്യങ്ങളിൽ ഇപ്പോൾതന്നെ പ്രവർത്തിക്കുന്നുണ്ട്. വാസ്തവത്തിൽ, കടൽ വെള്ളത്തിൽ നിന്നു നിഷ്കർഷിക്കുവാനുള്ള സാങ്കേതികവിദ്യ വശപ്പെടുത്തിയപ്പോൾ മാത്രമാണ് മഗ്നീഷ്യത്തിൻെറ വില ഗണ്യമായി കുറഞ്ഞത്. ഈ ലഘു ലോഹം വിമാന വ്യവസായത്തിലെ മാർമ്മിക ഘടകമാണ്. നമ്മുടെ രാജ്യത്തിൻെറ ആധുനികവൽക്കരണത്തിൽ അതിന് സുപ്രധാന പങ്കുണ്ട്. കറിയുപ്പു വേർപെടുത്തിയശേഷമുള്ള അവശേഷ ലായനിയായ 'ബിറ്റേൺസ്' ഇന്ത്യയിൽ ഇന്ന് വൻതോതിൽ വ്യർഥമായിപ്പോവുകയാണ്. ഇങ്ങനെ വ്യർഥമായിപ്പോകുന്ന ബിറ്റേൺസിൽനിന്ന് പ്രതിവർഷം 400,000 ടൺ മഗ്നീഷ്യം സൾഫേററും 70,000 ടൺ പൊട്ടാസ്യം സൾഫേറ്റും 7000 ടൺ ബ്രോമീനും നിഷ്കർഷിക്കുവാൻ സാധിക്കും.

കടലിനകത്തെ ഖനനം

അതിവിശാലമായ കടൽത്തറകൾ അതിനു മുകളിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന ജലപിണ്ഡങ്ങളെക്കാൾ അപ്രാപ്യമായാണ്

ഇന്ത്യയിൽ ഇന്ന് അനുഭവപ്പെടുന്നത്. നമ്മുടെ കരയോര മേഖലയിലെ എണ്ണവിഭവത്തിൻെറ അളവ് ഇനിയും തിട്ടപ്പെടുത്തിയിട്ടില്ല. മാംഗനീസ്, ഇരുമ്പ്, ചെമ്പ്, കൊബാൾട്ട്, നിക്കൽ, ഫോസ്ഫോറസ് തുടങ്ങിയ ലോഹങ്ങളുടെ സാന്ദ്രീകൃതമായ, ഉള്ളിരൂപത്തിലുള്ള നോഡ്യൂളുകൾ (ഉരുളകൾ) തുല്യ പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നു. അനിർണീതമായ അളവിൽ സമുദ്രങ്ങളിൽ ഇവയുണ്ട്. ടിൻ, വജ്രം, ഇരുമ്പ്, സ്വർണം എന്നിവ മലേഷ്യ, ദക്ഷിണാഫ്രിക്ക, ജപ്പാൻ, കാലിഫോർണിയ എന്നിവിടങ്ങളിൽ യഥാക്രമം ഖനിക്കപ്പെടുന്നു. കടൽത്തറയിൽ നിന്നു ലവണക സമ്പത്തു നിഷ്കർഷിച്ചെടുക്കുവാൻ മാത്രമല്ല, കരയിലെന്ന പോലെ, സാധാരണരീതിയിൽ ജീവിക്കുകയും സഞ്ചരിക്കുകയും ജോലിയെടുക്കുകയും ചെയ്യുന്ന മനുഷ്യരെത്തന്നെ കരയോരത്തറകളിൽ അധിവസിപ്പിക്കുവാനും വികസിത രാജ്യങ്ങളിൽ പദ്ധതികൾ തായാറാക്കിയിരിക്കുന്നു. ഉപഭോഗകേന്ദ്രങ്ങളിലേക്ക് അന്തിമോല്പന്നങ്ങൾ പൈപ്പിലൂടെ അയക്കാവുന്ന മുഴുവലുപ്പമുള്ള സംസ്കരണ ഫാക്ടറികൾ പോലും കടൽത്തറയിൽ സ്ഥാപിക്കുവാൻ സാധിക്കും.

കടൽശക്തിയെ പ്രാവർത്തികമാക്കൽ

വേലീചലനങ്ങൾ, തിരമാലകൾ, വിവിധ ജലസ്തരങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള താപവ്യത്യാസം എന്നിവയിൽ ഒളിഞ്ഞിരിക്കുന്ന കടലിൻെറ പ്രാകൃതികോർജം അതിബൃഹത്താണ്. ഇവയ്ക്കു തുല്യമായ ഒന്നും തന്നെ കരയിൽ ഇല്ല. വേലീചലനങ്ങളിലെ ഭീമമായ ഊർജം മോചിപ്പിക്കുന്നതിന് ഒരു പടുകൂറ്റൻ ജലവൈദ്യുത സ്റ്റേഷൻ ഫ്രാൻസിലെ റാൻസ് നദിയിൽ സ്ഥാപിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. പ്രതിവർഷം 800 മില്യൻ കിലോവാട്ട് മണിക്കൂർ ഊർജം ഈ പ്ളാൻറിൽ നിന്നു ലഭിക്കുന്നു. റഷ്യയിലെ കിസൽയഗുബ എന്ന സ്ഥലത്ത് 1968ൽ നിർമ്മിതമായ വേലീപവർ പ്ളാൻറ് പ്രതിവർഷം 440 കിലോവാട്ട് വൈദ്യുതി ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നു. നമ്മുടെ സൗരാഷ്ട്രാതീരത്ത് 6 മീറ്റർ പൊക്കം വരുന്ന വേലീജലം വിശാലമായ കടൽത്തീരത്ത് നിത്യം രണ്ടു നേരം പ്രവേശിക്കുകയും ഇറങ്ങിപ്പോവുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ ജലച

ലനങ്ങളെ പ്രയോജനപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ട് വടക്കുപടിഞ്ഞാറൻ ഇന്ത്യയുടെ ബഹുമുഖവികസനത്തിന്നാവശ്യമായ വൈദ്യുതി ഉല്പാദിപ്പിക്കുവാൻ സാധിക്കുന്നതാണ്.

സമുദ്രത്തിൽ വിവിധ ആഴങ്ങളിൽ താപസ്തരങ്ങൾ ഉണ്ട് എന്നു തെളിയിക്കപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. കരയിൽനിന്ന് അകലെയല്ലാതെയും പലപ്പോഴും കരയ്ക്കുസമാന്തരമായും കീഴ്ഭാഗത്ത് ശീതളജലവും മേൽഭാഗത്ത് ഊഷ്മള ജലവും ഉള്ള പ്രദേശങ്ങൾ കടലിലുണ്ട്. ഉഷ്ണജലം (30-32 സെ.) തീരദേശ ഫാക്ടറികളിലെ ബോയ്ലറിലേക്ക് പമ്പു ചെയ്യപ്പെടുന്നു. അധികമർദത്തിനു വിധേയമാക്കിയാൽ, താപം വർധിപ്പിക്കാതെ തന്നെ ഈ ജലം തിളയ്ക്കുന്നതിനാൽ നീരാവി ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. ഇങ്ങനെ ലഭിക്കുന്ന നീരാവി ഫാക്ടറി പ്രവർത്തനത്തിന് ഉപയോഗിക്കാം. ഇതിനുശേഷം പുറത്തുവരുന്ന നീരാവി തണുപ്പിച്ച് ഘനീഭവിപ്പിച്ചാൽ കൂടിവെള്ളമായി പമ്പു ചെയ്യാവുന്നതാണ്. പമ്പുചെയ്യുന്നതിനു മുമ്പ് വെള്ളം തണുപ്പിക്കുന്നതിന്നാവശ്യമായ ശീതളജലം (15-15 സെ.) കടലിലെ അഗാധസ്തരങ്ങളിൽ നിന്നു തന്നെ ശേഖരിക്കപ്പെടുന്നു. ഉപോല്പന്നമായ അതിലവണദ്രാവകം വിലപിടിച്ച രാസവസ്തുക്കൾ നിഷ്കർഷിക്കുന്നതിനു ഉപയുക്തമാകുന്നു. ഇന്ത്യയുടെ കിഴക്കും പടിഞ്ഞാറും തീരങ്ങളിൽ ഇത്തരം ഫാക്ടറി കോംപ്ളക്സുകൾ വളരെ ലാഭകരമായി നടത്താം. ഒരു വ്യാവസായികോത്സാഹം സൃഷ്ടിച്ചുകൊണ്ടു തീരപ്രദേശങ്ങളെയാകെ ചൈതന്യവത്താക്കുവാൻ ഇത്തരം നടപടികൾക്കു സാധിച്ചേക്കാം. ഇത്തരം കടൽ തെർമൽ പ്ളാൻറിൻെറ ഒരു മാതൃക 1930ൽ ക്യൂബയ്ക്കു സമീപം സ്ഥാപിക്കപ്പെടുകയുണ്ടായി. ലോകത്തിൻെറ നാനാഭാഗത്തും വൻതോതിലുള്ള ഓട്ടക് (Offshore Thermal Energy Conversion) പവർപ്ളാൻറുകൾ സ്ഥാപിക്കുവാൻ പദ്ധതികൾ ആവിഷ്കൃതമായിരിക്കുന്നു. ഓട്ടക് പ്ളാൻറിൽ നിന്നുള്ള വൈദ്യുതിയുടെ ഉല്പാദന നിരക്കു തീരെ കുറവായിരിക്കും.

ഊർജനിഷ്കർഷണത്തിന്നു വേറെയും വാഗ്ദത്ത സ്രോതസ്സുകളുണ്ട്. തിരമാലകളിൽ നിന്നുള്ള ഊർജം ഇതിലൊന്നാകുന്നു. അല്പ ശേഷിയുള്ള (90-120 W) ന്യൂമാററിക്

മാതൃകയിലുള്ള തിരമാല പ്രവർത്തിത ടർബൈൻ ജനറേറ്ററുകൾ (WATG = Wave Activated Turbine Generators) 1960 മുതൽ ലോകത്തിന്റെ നാനാഭാഗത്തും ഉപയോഗത്തിലുണ്ട്. കടൽ ഗതാഗത സഹായികളായ ബോയകളിൽ പവർ ഉല്പാദിപ്പിക്കുന്നതിന്ന് ഇവ സാധാരണയായി ഉപയോഗിക്കപ്പെടുന്നു. എന്നാൽ, കോൺക്രീറ്റ് പ്ളവനങ്ങളിൽ സ്ഥാപിതമാകുന്ന ചെറുവ്യാവസായിക യൂണിറ്റുകളെ പ്രാവർത്തികമാക്കുവാനും ഈ രീതിയിൽ ഉല്പാദിപ്പിക്കപ്പെടുന്ന പവർ ഉപയുക്തമാകുന്നു. കടൽക്കാറ്റ്, സമുദ്രപ്രവാഹങ്ങൾ തുടങ്ങിയവയും ടർബൈനുകൾ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുന്നതിന്നും ഊർജോല്പാദനത്തിനും പ്രയോജനപ്പെടുത്താവുന്നതേയുള്ളൂ. അതുപോലെ, താപ വ്യത്യാസങ്ങളിൽ അധിഷ്ഠിതമായ ഊർജോല്പാദന വ്യവസ്ഥയെപ്പോലെ, ലവണതാവ്യത്യാസത്തിൽ അധിഷ്ഠിതമായ ഊർജോല്പാദന വ്യവസ്ഥയും ആവിഷ്കരിച്ച് പ്രാവർത്തികമാക്കാം. ഇതിനെല്ലാം ഉന്നത സാങ്കേതികവിദ്യ ആവശ്യമാണ്. ഒരുപക്ഷേ, ഇനിയും വർഷങ്ങൾ നമുക്കു കാത്തിരിക്കേണ്ടിവരും.

കർമ്മം അനിവാര്യം

ഇന്ത്യ ഒരു സുപ്രധാന സമുദ്രാഭിമുഖ രാജ്യമാണെങ്കിലും, ഭൂമിയിൽ ഏറ്റവും കുറച്ചു സമുദ്രബോധമുള്ള ആളുകൾ നമ്മൾ ഇന്ത്യക്കാർ ആണെന്നു തോന്നുന്നു. കടൽത്തീരത്തിന്നു സമീപം താമസിക്കുന്നവർപോലും കടലിന്റെ കാര്യത്തിൽ സജീവതാല്പര്യം കാണിക്കുന്നില്ല. ഒരേയൊരു അപവാദം മുക്കുവന്മാരാണ്. അവരുടെ തൊഴിലാണെങ്കിൽ അന്തസ്സിനു ചേർന്നതല്ലെന്നു പലരും കരുതുന്നു. കടൽയാത്ര വിലക്കപ്പെട്ട പുരാതന പാരമ്പര്യമാവാം ഇതിന്റെ കാരണങ്ങളിൽ ഒന്ന്. എന്നാൽ, കടലുകളെയും അതു വാഗ്ദാനം ചെയ്യുന്ന വിശാലമായ അവസരങ്ങളെയും കുറിച്ചുള്ള ശരിയായ അറിവിന്റെ അഭാവം കൂടുതൽ പ്രധാനമായ കാരണമാണെന്നു പറയാം. ഈ വശത്തിന് നമ്മുടെ വിദ്യാഭ്യാസ വിദഗ്ധന്മാർ അതർഹിക്കുന്ന പ്രാധാന്യം കൊടുക്കേണ്ടകാലം അതിക്രമിച്ചിരിക്കുന്നു. മാതൃരാജ്യസ്നേഹം രാജ്യത്തിനു ചുററുമുള്ള കട

ലുകളോടുള്ള സ്നേഹവും ഉൾപ്പെടുന്നുവെന്ന് നമ്മുടെ കുട്ടികളെ പഠിപ്പിക്കേണ്ടത് ആവശ്യമാണ്. വിനോദത്തിന്നും സന്തോഷത്തിനും മാത്രമല്ല, ഗൗരവമുള്ള ജീവസന്ധാരണത്തിന്നും കടലിൽ ഇറങ്ങുവാൻ നമ്മുടെ ചെറുപ്പക്കാരെ പ്രോൽസാഹിപ്പിക്കേണ്ടിയിരിക്കുന്നു. തീരത്തുനിന്ന് 200 നോ. മൈൽ വരെയുള്ള കടൽ ഭാഗങ്ങൾ ഓരോ രാജ്യത്തിൻെറയും സാമ്പത്തിക പ്രവർത്തനങ്ങളുടെ മേഖലയാണെന്ന് അന്തർദേശീയ സമൂഹം ഇന്ന് അംഗീകരിച്ചിട്ടുള്ളതിനാൽ, സമുദ്രമണ്ഡലത്തിൻെറ ഇത്രയും ഭാഗത്തെങ്കിലും നമ്മുടെ ആസൂത്രണ കർമ്മപരിപാടികൾ വ്യാപിപ്പിക്കുവാൻ നമുക്ക് അവകാശമുണ്ട്. സമുദ്രദിഗ്വിജയത്തിൽ ക്രമേണ നാം മുന്നേറിയേ മതിയാവൂ. രാഷ്ട്രങ്ങളുടെ കുടുംബത്തിൽ മാന്യമായ ഒരു സ്ഥാനം ലഭിക്കുന്നതിന് സമുദ്രമേഖലയിലെ വിജയങ്ങൾ മാത്രം മതിയാവും. വർധിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന നമ്മുടെ ജനങ്ങൾക്ക് വികസനത്തിനുള്ള അവസരലഭ്യത ഉറപ്പു വരുത്താനും ഇതിനു മാത്രമേ കഴിയുകയുള്ളൂ.

ഭൂതലത്തിൻെറ രണ്ടര ശതമാനം മാത്രമേ നമ്മുടെ രാജ്യത്തിനു ലഭിച്ചിട്ടുള്ളൂവെങ്കിലും, ആഗോള ജനസംഖ്യയുടെ 15 ശതമാനത്തെ നാം തീറ്റിപ്പോറ്റേണ്ടതുണ്ട്. അകത്തുള്ള കരയേക്കാൾ പുറത്തുള്ള കടലാണ് ഇന്ത്യയെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം കൂടുതൽ പ്രധാനം എന്നുവ്യക്തം. "നമ്മുടെ നിലനില്പുതന്നെ സമുദ്രത്തെ ചാരിനില്ക്കുന്നു":എന്ന ജെ. എഫ്. കെന്നഡിയുടെ വാക്കുകൾ മറ്റേതു രാജ്യത്തെയുംകാൾ ഇന്ത്യയെ സംബന്ധിച്ച് ഇന്നു കൂടുതൽ പ്രസക്തമാണ്.

1967 ഒക്ടോബറിൽ അമേരിക്കൻ ജലാന്തരവാഹിനിയായ അലൂമിനോട്ടിൽ വിശിഷ്ടാതിഥിയായി ഫ്ളോറിഡാ ഗവർണർ ക്ളൗഡെ കിർക്കു സഞ്ചരിക്കുകയുണ്ടായി. മിയാമി തീരത്തുനിന്ന് 15 കി.മീ. അകലെ, അകjാലങ്ങും നീന്തൽസൂട്ടും ധരിച്ച ഗവർണർ, വാഹിനിയിൽ നിന്നു പുറത്തിറങ്ങി, തൻെറ സംസ്ഥാനത്തിൻെറയും അമേരിക്കയുടെയും പതാകകൾ കടൽത്തറയിൽ നാട്ടി. പിന്നീട് കരയിൽ തിരിച്ചെത്തിയ ഗവർണർ കിർക്ക്, കാത്തു നില്ക്കുകയായിരുന്ന പത്രക്കാരോടു പറഞ്ഞു.

"കടൽത്തറയെക്കുറിച്ചു സംസാരിക്കുമ്പോൾ അതിർത്തി പ്രശ്നങ്ങൾ തള്ളിക്കളയണം. ആരു കൈവശം വെക്കുന്നു എന്നതു മാത്രമാണ് അവിടുത്തെ യാഥാർഥ്യം. പണ്ടു സ്പാനിയാർഡുകൾ ചെയ്തത് അങ്ങനെയാണ്. അവർ വെറുതെ പ്രഖ്യാപിച്ചു : 'അതു എന്റെതാണ്' പിന്നെ അത്രയും ഭൂമി അവർ എടുത്തു. ഇന്ന് അമേരിക്ക ഇതുതന്നെചെയ്യണം".

തീർച്ചയായും നാം അതു ചെയ്യേണ്ടതില്ല. അല്ലാതെതന്നെ, സംവീക്ഷണത്തിന്നും ചൂഷണത്തിനും നമുക്ക് വേണ്ടത്ര കടൽ വിഭവമുണ്ട്. അതിൽ മാത്രം നാം ശ്രദ്ധ കേന്ദ്രീകരിച്ചാൽമതി. നമ്മുടെ രാജ്യത്തിന്നു ചുറ്റുമുള്ള ജലാശയങ്ങളിൽ ഒളിഞ്ഞിരിപ്പുള്ള അളവില്ലാത്ത സമ്പത്തു വേണ്ടരീതിയിൽ ഉപയോഗിച്ചാൽ തന്നെ നമ്മുടെ രാജ്യത്തിന് ശോഭനമായ ഭാവിയുണ്ട്. വെല്ലുവിളികളും, എന്നാൽ, അതേസമയം വളരെയേറെവാഗ്ദാനങ്ങളും നിറഞ്ഞ ഈ കൃത്യനിർവഹണത്തിൽ രാജ്യത്തെ യുവാക്കൾക്കു പ്രത്യേക ഉത്തരവാദിത്വമുണ്ട്. ചരിത്രവുമായുള്ള അവരുടെ സല്ലാപം തീരങ്ങൾക്കപ്പുറത്താണ്.

Laserset at Sai Computer Centre, Trivandrum and
printed at Beauty Print, New Dellhi-110055